Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
der Universitätsklinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-
und Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. dent. E. Witt

"UNTERSUCHUNG ZUR VALIDITÄT DER COMPUTERWACHSTUMSVORHERSAGE"

Eine retrospektive Bewertung

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Ibrahim Köran
aus Siverek/Türkei

Würzburg, den 14. November 1980

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
der Universitätsklinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. dent. E. Witt

"UNTERSUCHUNG ZUR VALIDITÄT DER COMPUTERWACHSTUMSVORHERSAGE"

Eine retrospektive Bewertung

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Ibrahim Köran
aus Siverek/Türkei

Würzburg, den 14. November 1980

Referent: Prof. Dr. med. dent. E. Witt

Korreferent: Prof. Dr. med. dent. R. Naujoks

Dekan : Prof. Dr. med. K.H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Meinen Eltern gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543521_0074

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	1
2. LITERATURÜBERSICHT	3
3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	7
3.1. Material und Methoden	7
3.1.1. Auswahl des Untersuchungsgutes	7
3.1.2. Verfahren	8
3.1.3. Auswertung der Fernröntgenbilder	15
3.1.4 Methodik	
3.1.4.1. Überlagerungstechnik	20
4. ERGEBNISSE	21
4.1. Vergleich der Wachstumsvorhersage mit dem eingetretenen Wachstum	21
4.1.1. Vergleich der Wachstumsvorhersage mit der eigenen Durchzeichnung des Endbildes	21
4.1.1.1. Uk-Länge	21
4.1.1.2. Vordere Gesichtshöhe	24
4.1.1.3. Mittlere Gesichtshöhe	27
4.1.1.4. Untere Gesichtshöhe	30
4.1.1.5. BaNA-Winkel	33
4.1.1.6. BaNB-Winkel	36
4.1.1.7. Gonion-Winkel	39
4.1.1.8. Facialachsen-Winkel	42
4.1.2. Vergleich der Wachstumsvorhersagen mit den von der RMDS gelieferten Durchzeichnungen des Endbildes	45
4.2. Vergelich unserer Durchzeichnungen mit denen der RMDS	46
4.3. Vergleich der mathematischen Mittelwerte des tatsächlichen Wachstums mit den mathematischen Mittelwerten der Computervorhersage	48

4.4. Übereinstimmung aller Meßgrößen zwischen dem eingetretenen Wachstum und den Wachstumsvorhersagen 50
4.5. Vergleich der mehrfach eingeholten Vorhersagen für dasselbe Fernröntgenbild 51
4.6. Falldarstellungen der Überlagerungen 54

5. DISKUSSION 58

6. ZUSAMMENFASSUNG 64

7. LITERATURVERZEICHNIS 66

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Sorge um den Menschen selbst und sein Schicksal muß stets das Hauptanliegen aller fachwissenschaftlichen Bestrebungen bilden .....

Das sollte man mitten unter seinen Diagrammen und Gleichungen nie vergessen .....

Damit die Schöpfungen unseres Geistes ein Segen und nicht ein Fluch für die Menschheit werden. (21)

(Albert Einstein)

Es ist kaum mehr zu bezweifeln, daß in absehbarer Zeit auf fast allen Gebieten der Medizin Computer eingesetzt werden. Dabei darf man dennoch trotz der schier grenzenlos erscheinenden Möglichkeiten dieser Datenverarbeitungssysteme nicht vergessen, wie es bereits Albert Einstein zum Ausdruck brachte, daß keine noch so große Merk- und Lernfähigkeit das eigentliche Denken ersetzen kann.

" Denn keine Maschine kann Ideen hervorbringen, nachdenken, geistig erfassen, abstrakt analysieren, nicht eigens programmierte, komplizierte Situationen deuten oder Schlüsse ziehen, ob richtige oder falsche. " (21)

(Buckingham)

Im Jahre 1972 bot die Firma Rocky Mountain Data System erstmalig für die Kieferorthopädie die Möglichkeit an, mit Hilfe eines Computers Wachstumsprognosen über das voraussichtlich ablaufende craniofaciale Wachstum auf der Grundlage des Fernröntgenseitenbildes zu erstellen.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß zahlreiche Autoren auf Grund sehr unterschiedlicher Postulate das zukünftige Wachstum des Gesichtsschädels prognostizieren, scheint eine absolute, endgültig gesicherte Methode jedoch noch nicht gefunden.

So stützen sich z.B. Björk u.a. (5,7,10,11) auf möglichst viele objektive Faktoren, Ricketts u.a. (35,43,44,50) greifen dagegen vergleichend auf möglichst ähnliche Fälle zurück, um entsprechende Aussagen machen zu können.

Bei allen angewandten Methoden einer Wachstumsvorhersage liegt die Problematik darin, daß man von einem Anfangsbefund, also einem statischen Zustand, auf einen dynamischen Wachstumsprozess schließen muß.

Nachdem Ricketts und Mitarbeiter 1972 (35,44,45) für ihre Computer-Langzeitvorhersagen eine " ausreichende Genauigkeit " in etwa 75 - 80 % der Fälle angaben und ihre Wachstumsvorhersage kommerziell verwerteten, war dies für uns letzlich die Veranlassung, diesen doch beeindruckenden Angaben in vergleichenden retrospektiven Untersuchungen nachzugehen.

2. LITERATURÜBERSICHT

Mit der Einführung des Fernröntgenverfahrens in die Kieferorthopädie durch Broadbent und Hofrath (12, 24) ergab sich die Hoffnung einer exakteren Diagnostik und zugleich einer Beur - teilungsmöglichkeit der wachstumsbedingten Veränderungen innerhalb des Kiefer-Gesichts-Bereiches.

Mit Hilfe seiner Metall-Implantat-Studien hatte Björk aufzeigen können (6,9), daß die Entwicklungsvorgänge der Kieferregion neben der dominierenden Wachstumsrichtung durch eine individuell unterschiedliche Rotation von Maxilla und Mandibula gekennzeichnet sind.

Da vom klinischen Standpunkt aus das Entwicklungsgeschehen des Gesichtes, das durch das Zusammenwirken von Erbmasse und Umwelteinflüssen in unterschiedlichem und wechselndem Ausmaß geprägt ist, für die Planung und Prognosestellung einer kieferorthopädischen Behandlung von entscheidender Bedeutung ist (8,10,11,38), ergibt sich die Forderung nach einer relativ genauen Prognose des zu erwartenden Wachstums innerhalb des Visceralcraniums, sowohl in Richtung als auch in Ausmaß. Hierin stellt sich eine der zugleich wichtigsten und schwierigsten Aufgaben für die Kieferorthopädie.

Die zahlreichen Möglichkeiten zur Vorhersage des Gesichtswachstums - insbesondere aber des Unterkiefers - mit Hilfe einer Fernröntgen-Profil-Aufnahme können nach Björk in 3 Hauptgruppen zusammengefaßt werden: die longitudinale, die metrische und die strukturelle Methode. Dabei läßt jedoch keines der unterschiedlichsten Systeme innerhalb der genannten 3 Grundmethoden eine verläßliche Voraussage der individuellen cranio-facialen Wachstumsrate und Richtung zu, wie die zahlreichen widersprüchlichen Untersuchungen zeigen.

Grundsätzlich erfährt die Validität einer Wachstumsprognose nach der longitudinalen Methode, die auf der Überlagerung zweier oder mehrerer in zeitlichem Abstand gewonnener Röntgenogramme beruht, nach Björk (10), Lavergne und Gasson (30) dadurch eine Einschränkung, daß sich die einmal festgelegten Wachstumstendenzen nicht in jedem Fall ohne Änderung fortsetzen.

Generell ist die Superponierung durch die Unmöglichkeit, in einem dreidimensionalen, aus verschiedenen Teilen aufgebauten System des Schädels ein Wachstumszentrum in dem zweidimensionalen System einer lateralen Röntgenaufnahme festzulegen, mit Fehlern behaftet, wie die Untersuchungen von Odegaard (37) und Lavergne und Gasson (30) zeigen. Desweiteren werden gewisse Richtungsänderungen im Wachstum durch remodellierende Veränderungen bestimmter Strukturen verschleiert. Björk (8,9), Enlow und Harris (20) konnten dies vor allem für den Mandibular-Unterrand nachweisen. Aus diesem Grund empfiehlt Björk (10) die Überlagerung in sogenannte Referenzstrukturen, die solchen Remodellierungsvorgängen nicht unterworfen sein sollen. Die Reproduzierbarkeit solcher Strukturen muß jedoch nach den Untersuchungen von Altuna, Clar, Freisfeld und Schmuth (1), sowie Baumrind, Miller und Molthen (3) angezweifelt werden.

Die Aussagekraft der strukturellen Methode von Björk, der charakteristische Kennzeichen anatomisch-morphologischer Strukturen zugrunde liegen, muß nach den Arbeiten von Schmuth und Mitarbeitern (1), Jenatschke (27), Wenzel (55), Durlak und Witt (19) nicht zuletzt auch wegen subjektiver Beurteilungskriterien mit Vorsicht bewertet werden.

Ricketts (40,41,42) hat mehrere Kriterien für die Prognose der Wachstumsrichtung angegeben. Zum Beispiel legt er Wert auf die Stellung und Form des Kondylus, das Verhältnis des Gelenkfortsatzes zum Processus coronoideus, sowie auf die Größe des Gonion-Winkels. Der Wert dieser Indikatoren ist jedoch nach Johnston (28) und Balbach (2) zweifelhaft. In einem weiteren Schritt hat er ähnlich wie Björk (10) und Moss (36) eine kreisbogenförmige Entwicklung des Unterkiefers als Annäherung an die effektiven Wachstumsvorgänge postuliert.

Die Möglichkeit, aufgrund einer metrischen Analyse von Strecken und Winkeln innerhalb der Schädelstrukturen eine Aussage über das Wachstum zu treffen, wurde durch zahlreiche Arbeitsgruppen untersucht. Dabei konnten Björk und Mitarbeiter (4,5,7,10) jedoch nur sehr geringe Korrelationen zwischen den Gesichtsdimensionen im Alter von 12 Jahren im Vergleich zu denen nach weiterem Wachstum im Alter von 20 Jahren erarbeiten.

Die Arbeiten von Hixon (23,25), Johnston (28), Lande (29), Lulla und Gianelle (32), Maj et al. (33), Meredith (34), Odegaard (37), Rutz (48) und Stein (53) zeigten, daß aus der absoluten Größe einer Schädelstruktur oder kephalometrischer Winkel in einer bestimmten Altersstufe keinesfalls eine exakte Aussage über zukünftige Wachstumsveränderungen getroffen werden kann.

Verlässlicher als durch einzelne lineare und anguläre Messungen, bei denen mit Regressionsgleichungen aufgrund korrelationsstatistischer Berechnungen auf die künftige Größe bestimmter Schädelanteile geschlossen wird, werden die Aussagen nach Johnston (28) durch Berücksichtigung craniofacialer Beziehungen (Lage, Proportion, Form u. best. Winkel). Nach Hixon (23) sind nämlich die Gesichtsproportionen nach dem 9. Lebensjahr als ziemlich konstant anzusehen.

So stellt Jarabak (26) die hintere Gesichtshöhe (PFH) zur vorderen (AFH) in Relation. Bei einem Verhältnis unter 56 % wird ein " clockwise growing face " postuliert, womit eine Schwenkung des Gesichtes im Uhrzeigersinn während der Wachstumsentwicklung gemeint ist. Bei Werten über 65 % kann man dementsprechend von einem " counterclockwise growing face " - also einem nach anterior gerichteten Gesichtswachstum - ausgehen.

Schließlich sind auch von verschiedenen Arbeitsgruppen (13,14, 15,16,17,18,49,54) Versuche auf genetischer Grundlage unternommen worden. Dabei wurden durch den Vergleich der Fernröntgenbilder von Eltern und Kindern die Schädelstruktur der Filialgeneration prognostiziert.
Curtner (16) und Wasson (54) gehen davon aus, daß sich der Schädel des Kindes in der Gesamtheit oder in einzelnen Abschnitten entsprechend dem Elternteil, mit dem eine gewisse Ähnlichkeit besteht, entwickelt.

Burdach-Berger und Witt (15) haben zur Prognosestellung der Rotationsrichtung des Unterkiefers den Elternteil mit der ähnlicheren Symphysengestalt herangezogen und konnten in nahezu 3/4 der Fälle eine in der Richtung korrekte Vorhersage machen.

Die Unsicherheit, mit der die bisher bekannten Prognosemethoden aufgrund der Komplexität der ablaufenden Wachstumsvorgänge behaftet sind, scheint somit eine exakte Vorhersage von vornherein zum Scheitern zu verurteilen.

Um so mehr mußte es von Interesse sein, inwieweit eine kommerzielle Wachstumsvoraussage durch ein Computersystem, wie es von Ricketts und Mitarbeitern (43,44) angegeben wurde, mit den bisherigen, fehlerbehafteten Methoden in Konkurrenz treten kann und möglicherweise bessere Ergebnisse erbringen kann.

Die computergestützte Wachstumsvorhersage wird in den USA und in Deutschland seit 8 Jahren angeboten. In der Zwischenzeit wurde das Verfahren laufend weiter entwickelt, um die Genauigkeit noch zu steigern. Unter Berücksichtigung wachstumsbeeinflussender Komponenten, wie Alter, Geschlecht und Gesichtstyp wird diese Methode von dem kommerziellen Voraussagedienst der Rocky Mountain Data System angewandt.

Nach Greenberg und Johnston (22), sowie Woodside und James (56) kann die Genauigkeit einer solchen Computer-Vorhersage jedoch nicht befriedigen.

Schulhof und Bagha (50) und Mitchell et.al. (35)berichten dagegen über Verbesserungen in der Wertigkeit solcher Voraussagen nach einer neuerlichen Individualisierung der Computermethode.

Die im Augenblick benutzten Methoden verwenden eine Auswahl von etwa hundert Punkten im Fernröntgenseitenbild, die mittels eines elektronischen Aufnehmers lokalisiert werden. Diese Punkte werden dann einem IBM - 370 Computer zur Analyse eingegeben.
" Das Gerät stellt danach mittels der Daten, die ihm eingegeben wurden, Durchzeichnungen her. Der Computer hat so eine ungeheure Menge von Informationen über jeden Patienten, einschließlich anatomischer Einzelheiten des Unterkiefers, der Schädelbasis und sogar der Luftwege und der Zungenposition. Obwohl diese neue Methode noch nicht von unabhängiger Seite untersucht wurde, erwarten wir noch, daß sie eine wesentliche Verbesserung gegenüber der früheren achtzigprozentigen Genauigkeit mit sich bringt. "
So äußerte sich Schulhof in seiner Veröffentlichung (51) 1978 .

Ziel dieser unserer Untersuchungen ist es daher, durch den Gesamtvergleich und nach metrischen Gesichtspunkten die Validität derartiger Computer-Langzeit-Voraussagen retrospektiv zu überprüfen.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1. Material und Methoden

3.1.1. Auswahl des Untersuchungsgutes

Zur Bewertung der Wachstumsvorhersage standen die Ergebnisse von 70 Fällen zur Verfügung : 23 Mädchen und 47 Jungen, dabei dienten 15 unbehandelte männliche Probanden als Kontrollgruppe.

Die behandelten Patienten entstammen der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg und weisen verschiedene Dysgnathien auf. Die Unterlagen der unbehandelten Patienten wurden durch eine Reihenuntersuchung gewonnen.

Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten, Skoliose, Traumen oder Frakturen im Kiefer-Gesichts-Bereich wurden nicht untersucht.

Die Behandlung der Patienten war ausschließlich mit funktionskieferorthopädischen Geräten durchgeführt worden.

Entsprechend dem jeweiligen Befund wurde eine Einteilung in drei Gruppen vorgenommen.

Gruppe I : behandelte Distalbißfälle (23 Patienten)

Gruppe II : unbehandelte Distalbißfälle, sie diente als Kontrollgruppe (15 Probanden).

Gruppe III : behandelte Mesialbißfälle (32 Patienten)

Von den Patienten der Gruppe I, II und III wurden jeweils zwei Fernröntgenbilder ausgewertet und mit der Computer-Vorhersage verglichen.

3.1.2. Verfahren

Gruppe I :

Es waren 23 ausschließlich mit dem Bionator oder Aktivator behandelte Fälle. Die Patienten waren zu Beginn der Behandlung im Mittel 11 Jahre alt. Das Röntgenbild, auf das wir die Wachstumsvorhersage bezogen, war im Mittel 6,7 Jahre später anläßlich einer Nachuntersuchung aufgenommen worden. Zu diesem Zeitpunkt waren unsere Patienten also durchschnittlich 17,7 Jahre alt, so daß wir eine Unterteilung nach Geschlechtern unterlassen konnten. Dem Computer wurde als Zeit, über die die Voraussage erwünscht war, exakt die Zeitspanne zwischen erstem und letzten Fernröntgenbild, die sich zwischen 5,1 und 7,5 Jahren bewegte, angegeben.

Gruppe II :

Um zu prüfen inwieweit die kieferorthopädische Behandlung Einfluß auf das Wachstum hat, dienten uns 15 unbehandelte, männliche Probanden, deren Befundunterlagen uns auf Grund einer Reihenuntersuchung zur Verfügung standen, zur Kontrolle. Das durchschnittliche Alter dieser Gruppe betrug zum Zeitpunkt der ersten Röntgenaufnahme 10,9 Jahre, bei den letzten Fernröntgenaufnahmen 17,8 Jahre. Somit entsprechen sich die beiden Gruppen, die behandelte wie die unbehandelte, im Alter ziemlich gut. Die Kontrollzeit ist mit 6,9 bzw. 6,7 Jahren nahezu identisch.

Gruppe III :

Das Kollektiv der 32 Patienten mit Mesialbiß war zu Anfang der Behandlung im Durchschnitt 9,4 Jahre alt, zum Zeitpunkt der letzten Röntgenaufnahme im Mittel 17,6 Jahre. Die Streuung der Altersangaben ist gering, das heißt es liegt eine relativ homogene Gruppe vor.

Die Röntgenbilder der behandelten und unbehandelten Distalbißfälle - also aus der Gruppe I und II - wurden am 21.Juli 1975 zum ersten Mal in die USA an die RMDS geschickt. Außer einem lateralen Fernröntgenbild, der Angabe des Geschlechtes und des Alters wurden keine weiteren diagnostischen Befunde mitgeliefert.

Die Angaben wurden auf den firmeneigenen Bestellscheinen eingetragen und wie in Tabelle I ausgefüllt.

Im Herbst 1975 erhielten wir eine Durchzeichnung des Anfangsbildes und als Computer-Ausdruck für das vorhergesagte Wachstum eine Durchzeichnung, die die Strukturen des Schädels, der Weichteile und des Gebisses darstellt, zurück. (Tabelle II, III)

Beim Vergleich zwischen eingetretenem Wachstum und Wachstumsvoraussage durch den Computer ergaben sich jedoch eklatante Diskrepanzen. So wurde für das Wachstum der Skeletteile durchwegs eine gigantische Form prognostiziert. Der Unterkiefer z.B. war in der Vorhersage durchschnittlich einen Zentimeter größer als in Wirklichkeit. Bei einem Zusammentreffen in München im November 1975 wurden die Unterlagen mit der Bitte um Überprüfung an Herrn Gugino und Herrn Ricketts persönlich zurückgegeben. Wir erhielten daraufhin die neuen Ergebnisse im Februar 1976. Einzelne Ergebnisse wurden anläßlich der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie in Würzburg 1976 von Frau Dr. Richter demonstriert.

Am 29. Juli 1977 haben wir nach einem Besuch von Herrn Schulhof das Endröntgenbild, auf das wir die Vorhersage bezogen haben, der RMDS zur Verfügung gestellt, damit die Vorhersage verglichen und überprüft werden kann. Dabei baten wir von diesem Endröntgenbild eine Durchzeichnung anzufertigen und uns zur Verfügung zu stellen. Erst im Januar 1979 haben wir diese Durchzeichnungen nach mehrmaliger Erinnerung erhalten.

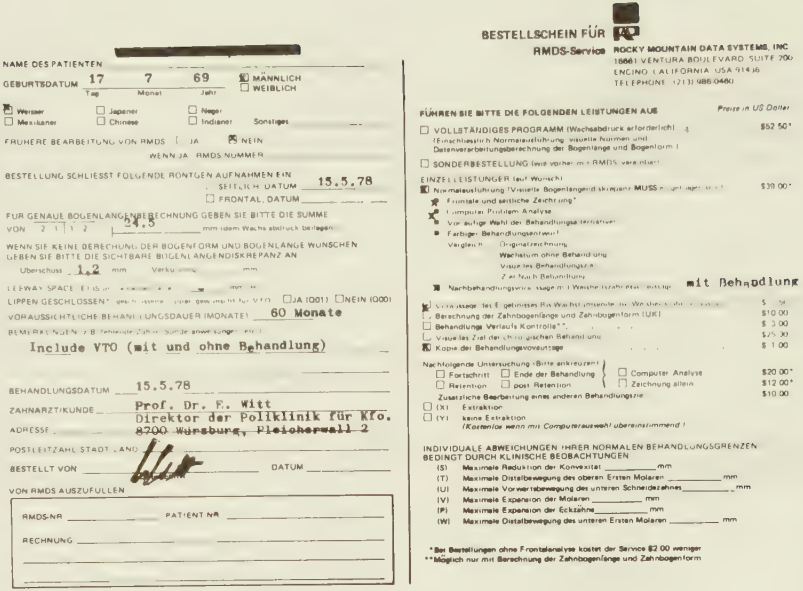
Die Unterlagen der 32 Mesialbißfälle haben wir im August 1977 nach Amerika gesandt. Wie aus der Tabelle IV zu ersehen ist, erhielten wir erst 9 Monate später die vom Computer ermittelten Vorhersagen. Diese Voraussagen hatten aber nach Auskunft der RMDS nur vorläufigen Charakter. Die endgültige Wachstumsprognose dieser im August 1977 eingesandten Bilder bekamen wir schließlich nach mehreren Mahnungen erst im Januar 1979, also 1 1/2 Jahre später. Von diesen 32 Bildern wurden fünf nicht bearbeitet. (Tabelle IV)

Bereits im Jahre 1978 mußten wir den Eindruck gewinnen, daß die Klinik nicht so umgehend ihre Vorhersagen zurückerhielt wie Kollegen in der Praxis. Deshalb haben wir von den 32 Klasse III-Fällen 28 Bilder ausgesucht, dupliziert und diese mit geänderten Patientennamen aber mit gleichen biologischen Daten erneut nach Amerika gesandt, und zwar 21 Bilder über Kollegen aus der freien Praxis, den Rest durch unsere Klinik. Wir erhielten von diesen 28 Fällen 24 Voraussagen, die in ihrem Umfang jedoch vollkommen unvollständig waren.

Die offiziellen Formblätter für den Auftrag an die RMDS wurden von uns jedoch immer gleich ausgefüllt.

Trotz intensiver Bemühungen gelang es uns nur, 13 unvollständige Wachstumsvorhersagen mit Behandlungsbeeinflußung und 3 vollständige Vorhersagen ohne Behandlungsbeeinflußung zu erhalten.

Von ganz erheblicher Bedeutung scheint uns die Tatsache zu sein, daß wir von allen unseren eingesandten Fällen mindestens zwei und von mehr als der Hälfte unserer Fälle drei Computer-Vorhersagen zur Auswertung und zum Vergleich zur Verfügung haben.



NAME DES PATIENTEN [redacted]

GEBURTSDATUM 17 (Tag) 7 (Monat) 69 (Jahr) ☒ MÄNNLICH ☐ WEIBLICH

☒ Weisser ☐ Japaner ☐ Neger
☐ Mexikaner ☐ Chinese ☐ Indianer Sonstiges

FRÜHERE BEARBEITUNG VON RMDS ☐ JA ☒ NEIN
WENN JA RMDS NUMMER

BESTELLUNG SCHLIESST FOLGENDE RÖNTGEN AUFNAHMEN EIN
☐ SEITLICH DATUM 15.5.78
☐ FRONTAL DATUM

FÜR GENAUE BOGENLÄNGENBERECHNUNG GEBEN SIE BITTE DIE SUMME
VON 21 12 24,5 mm (dem Wachs abdruck beilegen)

WENN SIE KEINE BERECHNUNG DER BOGENFORM UND BOGENLÄNGE WÜNSCHEN GEBEN SIE BITTE DIE SICHTBARE BOGENLÄNGENDISKREPANZ AN

Überschuss 1,2 mm Verkürzung mm

LEEWAY SPACE (Einsparung) mm

LIPPEN GESCHLOSSEN? (geschlossene Lippen gewünscht für VTO) ☐JA (Q01) ☐NEIN (Q00)

VORAUSSICHTLICHE BEHANDLUNGSDAUER (MONATE) 60 Monate

BEMERKUNGEN (z.B. besondere Zähne, Sonderbögen, etc.)

Include VTO (mit und ohne Behandlung)

BEHANDLUNGSDATUM 15.5.78

ZAHNARZT/KUNDE Prof. Dr. F. Witt
Direktor der Poliklinik für Kfo.

ADRESSE 8700 Würzburg, Pleicherwall 2

POSTLEITZAHL STADT LAND

BESTELLT VON [signature] DATUM

VON RMDS AUSZUFÜLLEN

RMDS-NR PATIENT NR

RECHNUNG

BESTELLSCHEIN FÜR RMDS-Service

ROCKY MOUNTAIN DATA SYSTEMS, INC.
19661 VENTURA BOULEVARD, SUITE 200
ENCINO, CALIFORNIA, USA 91436
TELEPHONE (213) 986-0460

FÜHREN SIE BITTE DIE FOLGENDEN LEISTUNGEN AUS *Preise in US Dollar*

☐ VOLLSTÄNDIGES PROGRAMM (Wachsabdruck erforderlich) $52.50*
(Einschliesslich Normalausführung, visuelle Normen und Datenverarbeitungsberechnung der Bogenlänge und Bogenform.)

☐ SONDERBESTELLUNG (wird vorher mit RMDS vereinbart)

EINZELLEISTUNGEN (auf Wunsch)

☒ Normalausführung (Visuelle Bogenlängendiskrepanz MUSS angegeben sein) $30.00*
- Frontale und seitliche Zeichnung*
- Computer Problem Analyse
- Vorläufige Wahl der Behandlungsalternative
- Farbiger Behandlungsentwurf
  - Vergleich: Originalzeichnung
  - Wachsabdruck ohne Behandlung
  - Visuelles Behandlungsziel
  - Zeit Nach Behandlung
- Nachbehandlungsvorschläge (Welche Vorschläge wünschen Sie?) mit Behandlung

☒ Grundsätze des Edgewise Bracketsystems (Weitere Grundsätze auf Anfrage) $ .50
☐ Berechnung der Zahnbogenlänge und Zahnbogenform (UK) $10.00
☐ Behandlungs Verlaufs Kontrolle** $ 3.00
☐ Visuelles Ziel der chirurgischen Behandlung $25.00
☒ Kopie der Behandlungsvoraussage $ 1.00

Nachfolgende Untersuchung (Bitte ankreuzen)
☐ Fortschritt ☐ Ende der Behandlung ☐ Computer Analyse $20.00*
☐ Retention ☐ post Retention ☐ Zeichnung allein $12.00*
Zusätzliche Bearbeitung eines anderen Behandlungsziels $10.00
☐ (X) Extraktion
☐ (Y) keine Extraktion
(Kostenlos wenn mit Computerauswahl übereinstimmend!

INDIVIDUALE ABWEICHUNGEN IHRER NORMALEN BEHANDLUNGSGRENZEN BEDINGT DURCH KLINISCHE BEOBACHTUNGEN
(S) Maximale Reduktion der Konvexität mm
(T) Maximale Distalbewegung des oberen Ersten Molaren mm
(U) Maximale Vorwärtsbewegung des unteren Schneidezahnes mm
(V) Maximale Expansion der Molaren mm
(P) Maximale Expansion der Eckzähne mm
(W) Maximale Distalbewegung des unteren Ersten Molaren mm

* Bei Bestellungen ohne Frontalanalyse kostet der Service $2.00 weniger
** Möglich nur mit Berechnung der Zahnbogenlänge und Zahnbogenform

Tabelle I

GRUPPE I, BEHANDELTE KL. II FÄLLE n = 23

ABGESANDT	ZURÜCKERHALTEN
JULI 1975	OKTOBER 1975
23 ANFANGSBILDER	23 ORIGINALDURCHZEICHNUNGEN 23 WACHSTUMSVORHERSAGEN OHNE BEHANDLUNG
ERNEUTE RÜCKGABE	
NOVEMBER 1975	FEBRUAR 1976
23 ANFANGSBILDER	23 WACHSTUMSVORHERSAGEN OHNE BEHANDLUNG
JULI 1977	JANUAR 1979
23 ENDBILDER KONTROLLE DER VORHERSAGE	23 ORIGINALDURCHZEICHNUNGEN 23 NOCHMALIGE WACHSTUMSVORHERSAGEN OHNE BEHANDLUNG

Tabelle II

GRUPPE II, UNBEHANDELTE KL. II FÄLLE n = 15

ABGESANDT	ZURÜCKERHALTEN
JULI 1975	OKTOBER 1975
15 ANFANGSBILDER	15 ORIGINALDURCHZEICHNUNGEN 15 WACHSTUMSVORHERSAGEN OHNE BEHANDLUNG
ERNEUTE RÜCKGABE	
NOVEMBER 1975	FEBRUAR 1976
15 ANFANGSBILDER	15 WACHSTUMSVORHERSAGEN OHNE BEHANDLUNG
JULI 1977	JANUAR 1979
15 LETZTE BILDER ZUR KONTROLLE DER VORHERSAGE	15 ORIGINALDURCHZEICHNUNGEN 15 NOCHMALIGE WACHSTUMSVORHERSAGEN OHNE BEHANDLUNG

Tabelle III

GRUPPE III, BEHANDELTE KL. III FÄLLE n = 32

ABGESANDT	ZURÜCKERHALTEN
AUGUST 1977	APRIL 1978
32 ANFANGSBILDER	28 ORIGINALDURCHZEICHNUNGEN 26 WACHSTUMSVORHERSAGEN (VORLÄUFIG) OHNE BEHANDLUNG
	JANUAR 1979
	27 WACHSTUMSVORHERSAGEN OHNE BEHANDLUNG (ENDGÜLTIG)
ERNEUTE EINSENDUNG	
ZWISCHEN 19.12.78 UND 21.06.79	24 UNVOLLSTÄNDIGE WACHSTUMSVORHERSAGEN MIT UND OHNE BEHANDLUNG
28 ANFANGSBILDER 21 x PRAXIS 7 x KLINIK	DIE 24 TEILEN SICH AUF 1. 3 VOLLSTÄNDIGE WACHSTUMSVORHERSAGEN OHNE BEHANDLUNG 2. 13 VOLLSTÄNDIGE WACHSTUMSVORHERSAGEN MIT BEHANDLUNG 3. 8 UNVOLLSTÄNDIGE MIT UND OHNE BEHANDLUNG

Tabelle IV

3.1.3. Die Auswertung der Fernröntgenbilder

Die Fernröntgenaufnahmen wurden unter weitgehend gleichbleibenden Bedingungen, die für vergleichende Untersuchungen Voraussetzung sind , angefertigt. Hierzu bedienten wir uns eines Kephalostaten, mit dem die Median-Sagittal-Ebene des Kopfes senkrecht zum Zentralstrahl und parallel zur Abbildungsebene ausgerichtet wurde, unter Einhaltung eines stets gleichen Fokus-Filmabstandes von 4 Metern.

Während der Aufnahme nahmen die Patienten die Schlußbißstellung ein.

Die Röntgenbilder wurden je 3x mit einem zeitlichen Intervall von insgesamt 6 Wochen auf durchsichtige Azetatfolien durchgezeichnet und ausgewertet, um zeichenbedingte, systematische Fehler gering zu halten und somit eine hohe Meßgenauigkeit zu erreichen.

Beim Vergleich der Winkelmessungen blieben Differenzen von $0{,}5^{o}$, bei den linearen Messungen Diskrepanzen von 0,5 mm unberücksichtigt.

Bei der metrischen und angulären Auswertung der Fernröntgenbilder richteten wir uns nach den Kriterien der bildlichen Darstellung der Wachstumsvorhersagen und der Durchzeichnungen, die von den Anfangs- und Endbildern durch die RMDS erstellt wurden. Nur auf diese Weise waren Vergleiche möglich.

3.1.3.1. Referenzpunkte, Linien, Winkel

Folgende Punkte wurden eingezeichnet und die entsprechenden Strecken und Winkel wurden ausgewertet.

- Nasion (N)	Der am weitesten anterior gelegene Punkt der sutura nasofrontalis
- A-Punkt (A)	Dorsalster Punkt der anterioren Kontur des Oberkiefer-Alveolarfortsatzes in der Median-Sagittal-Ebene
- B-Punkt (B)	Dorsalster Punkt der anterioren Kontur des Unterkiefer-Alveolarfortsatzes in der Median-Sagittal-Ebene
- Basion (Ba)	Der caudalste Punkt des Clivus
- Spina nasalis anterior (A.N.S.)	Der am weitesten ventral gelegene Punkt des Sp.n.
- Spina (Sp.)	Schnittpunkt der Strecken A.N.S. - P.N.S. (Nasallinie) und N-Me
- Menton (Me)	Der caudalste Punkt der Mandibular-Symphyse
- Orbitale (O)	Der caudalste Punkt an der äußeren Begrenzung der Augenhöhle. Tangentialpunkt für die Frankfurter Horizontale
- Porion (P.R.)	Der cranialste Punkt des äußeren Gehörganges. Tangentialpunkt für die Frankfurter Horizontale

- Pterygoid-Punkt (Pt.)	Schnittpunkt der caudalen Begrenzung des Foramen rotundum und der dorsalen Wand der Fossa Pterygomaxillaris
- X_i-Punkt (X_i)	Der geometrische Mittelpunkt des aufsteigenden Unterkieferastes

Strecken:

- Unterkieferlänge	Wird durch die Strecke Go-Me bestimmt
- Vordere Gesichtshöhe (AFH)	Gemessen als Abstand der Punkte N-Me
- Obere Gesichtshöhe	Gemessen als Abstand der Punkte N-Sp
- Untere Gesichtshöhe	Gemessen als Abstand der Punkte Sp-Me

Winkel :

- Facialachsen-Winkel	Der Winkel, der am Schnittpunkt (CC-Punkt nach Ricketts) der Nasion-Basion-Linie mit der Facialachse nach Ricketts gebildet wird.
- BaNA-Winkel	Der Winkel zwischen den Strecken vom Basion zum Nasion und Nasion zum A-Punkt
- BaNB-Winkel	Der Winkel zwischen den Strecken Basion-Nasion und Nasion-B-Punkt
- Gonion-Winkel	Der Winkel, der durch die Tangenten am Unterrand des horizontalen und Hinterrand des aufsteigenden Unterkieferastes gebildet wird.

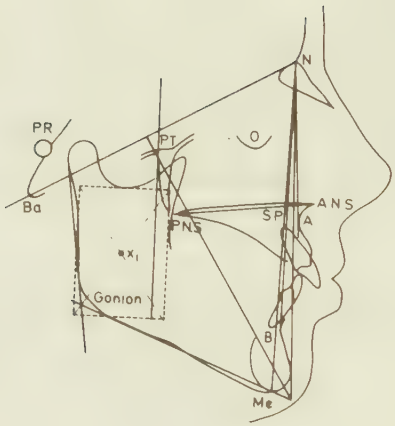


Abb. 1 : Schema der Referenzpunkte und Referenzlinien

3.1.4. Methodik

Folgende vergleichende Untersuchungen wurden durchgeführt:

1.) Vergleich der Computervorhersage mit dem tatsächlichen eingetretenen Wachstum anhand eigener Durchzeichnungen des Endfernröntgenbildes.

2.) Vergleich der Durchzeichnung des Endbildes, die durch die RMDS an uns geliefert wurde mit Computerwachstumsvorhersage.

3.) Vergleich der eigenen Durchzeichnungen mit denen, die von der RMDS von unseren Fernröntgenbildern (Anfangs- und Endbildern)erstellt wurden.

4.) Durch Vergleich mehrerer Wachstumsprognosen eines Probanden, die zu verschiedenen Zeitpunkten durch die RMDS erstellt wurden, wird überprüft, wie weit die Wachstumsvorhersagen reproduzierbar sind

Dabei wurden einerseits die zuvor beschriebenen angulären und metrischen Daten miteinander verglichen.
Andererseits wurden die Unterschiede mit Hilfe der nachfolgend aufgezeichneten Überlagerungstechnik zur Darstellung gebracht.

3.1.4.1. Überlagerungstechnik

Zur Bewertung der Aussagekraft der Vorhersagen wurden diese mit den RMDS-Durchzeichnungen der jeweiligen Endröntgenbilder durch eine spezielle Überlagerungsmethode verglichen.

Die konventionelle Überlagerungstechnik in der vorderen Schädelbasis (S - N Strecke) konnte wegen dem Fehlen der Umrißdurchzeichnung der sella turcica in den RMDS-Zeichnungen nicht angewandt werden.

Entsprechend der Empfehlung der RMDS überlagerten wir in der Frankfurter Horizontalen und der Senkrechten auf dieser im foramen rotundum.

4. ERGEBNISSE

4.1. Vergleich der Wachstumsvorhersage mit dem eingetretenen Wachstum

4.1.1. Vergleich der Wachstumsvorhersage mit der eigenen Durchzeichnung des Endbildes

4.1.1.1. UK-Länge

Die UK-Länge wurde durch die Strecke Go-Me bestimmt und in Millimeter gemessen.

Die Unterschiede oder auch Übereinstimmungen zwischen der Vorhersage und der tatsächlichen Entwicklung des horizontalen UK-Astes sind für die 3 Gruppen getrennt in den Abbildungen 2a,b,c graphisch dargestellt. Dabei fällt die große Streuung der Abweichung, die sowohl im positiven wie im negativen Bereich liegt, auf.

Wir finden eine vollständige Übereinstimmung

bei der Gruppe I	(n = 23)	5 mal	(21 %)
bei der Gruppe II	(n = 15)	2 mal	(13 %)
bei der Gruppe III	(n = 13)	keinmal	(-)

Bei einer Fehlergrenze von ± 1 ergeben sich die Übereinstimmungen

bei der Gruppe I	(n = 23)	55,9 %	(13 Probanden)
bei der Gruppe II	(n = 15)	39,6 %	(6 Probanden)
bei der Gruppe III	(n = 13)	15,8 %	(2 Probanden)

Die mittlere prozentuale Übereinstimmung für die Gesamtheit aller Fälle der drei Gruppen (gerundet auf ganze Prozent) innerhalb der Fehlergrenze ± 1 beträgt 32 %.

Vergleicht man die zwei behandelten Gruppen (Gruppe I + III) (n = 23, n = 13) mit der unbehandelten Gruppe II (n = 15), so ergibt sich für die behandelten Gruppen eine Übereinstimmung innerhalb der Fehlergrenze ± 1 von 37,5 %, in der Kontrollgruppe von 39,6 %.

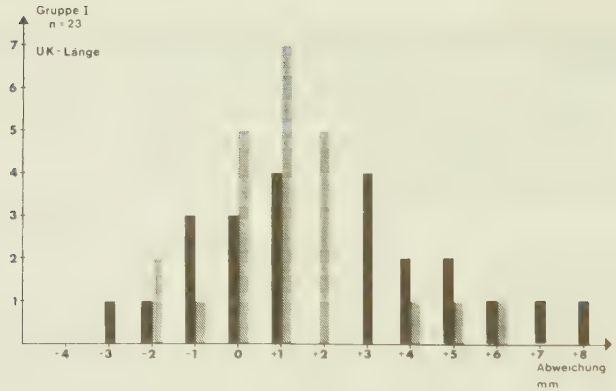


Abb. 2a

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

und der Differenz zwischen der Durchzeichnung von RMDS mit der Wachstumsvorhersage

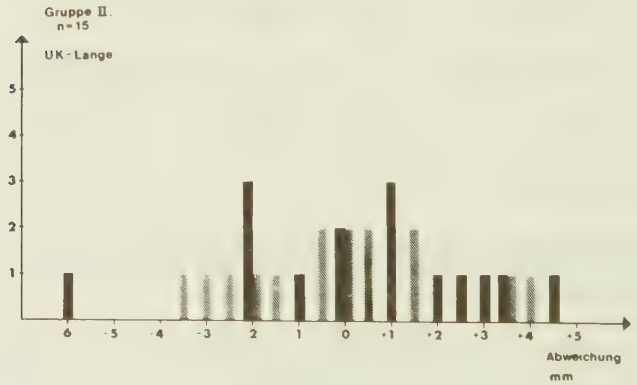


Abb. 2b

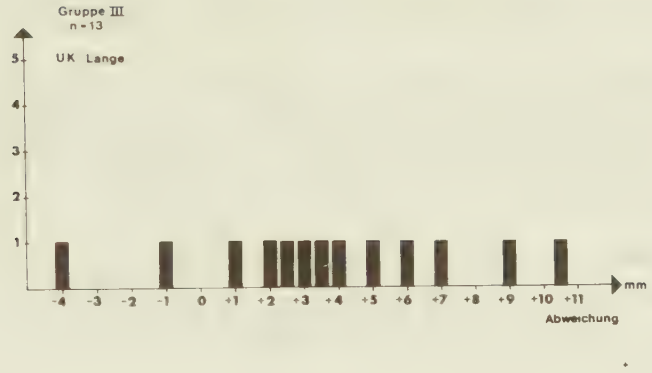


Abb. 2c

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

Bei der Gruppe I wurde dabei die beste Übereinstimmung erzielt. Bei 15 Probanden (64,5 %) liegen die Abweichungen bei der Gruppe I mehr im positiven Bereich, das heißt das durch den Computer vorhergesagte Wachstum war größer als das tatsächliche Wachstum. Die Gruppe III, (n = 13) zeigt die größte Streuung; nämlich Werte zwischen -4 mm und +10,5 mm. Bei 11 Probanden (84,6 %) liegt die Abweichung im postiven Bereich. Die Streuung bei der Gruppe II ist am kleinsten (sie liegt zwischen -3,5 mm bis +4 mm).

4.1.1.2. Vordere Gesichtshöhe

Der Abstand zwischen den Punkten N-Me gibt die Größe der vorderen Gesichtshöhe (AFH), in Millimeter gemessen, an.

Die Unterschiede oder auch Übereinstimmungen zwischen der Vorhersage und der tatsächlichen Entwicklung der vorderen Gesichtshöhe sind für die 3 Gruppen getrennt in den Abbildungen 3a,b,c graphisch dargestellt. Dabei fällt die große Streuung der Abweichung, die sowohl im positiven wie im negativen Bereich liegt, auf.

Wir finden eine vollständige Übereinstimmung

bei der Gruppe I	(n = 23)	4 mal	(17,2 %)
bei der Gruppe II	(n = 15)	keinmal	(-)
bei der Gruppe III	(n = 21)	2 mal	(9,4 %)

Bei einer Fehlergrenze von $\pm$ 1 ergeben sich die Übereinstimmungen

bei der Gruppe I	(n = 23)	43 %	(10 Probanden)
bei der Gruppe II	(n = 15)	33 %	(5 Probanden)
bei der Gruppe III	(n = 21)	23,5 %	(5 Probanden)

Die mittlere prozentuale Übereinstimmung für die Gesamtheit aller Fälle der drei Gruppen (gerundet auf ganze Prozent) innerhalb der Fehlergrenze $\pm$ 1 beträgt 33 %.

Vergleicht man die zwei behandelten Gruppen (Gruppe I + III) (n = 44) mit der unbehandelten Gruppe II (n = 15), so ergibt sich für die behandelten Gruppen eine Übereinstimmung innerhalb der Fehlergrenze $\pm$ 1 von 33,2 %, in der Kontrollgruppe von 33 %.

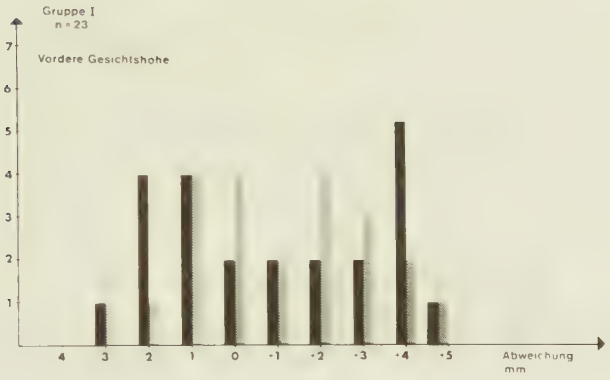


Abb. 3a

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

und der Differenz zwischen der Durchzeichnung von RMDS mit der Wachstumsvorhersage

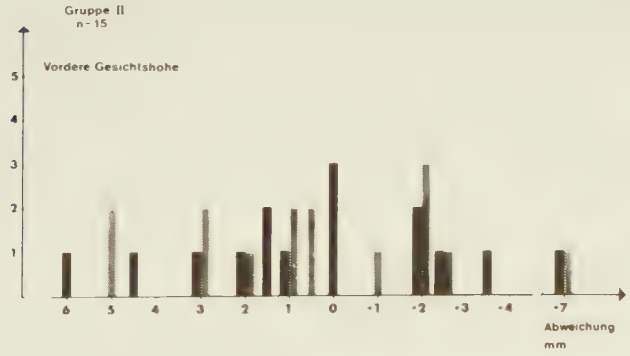


Abb. 3b

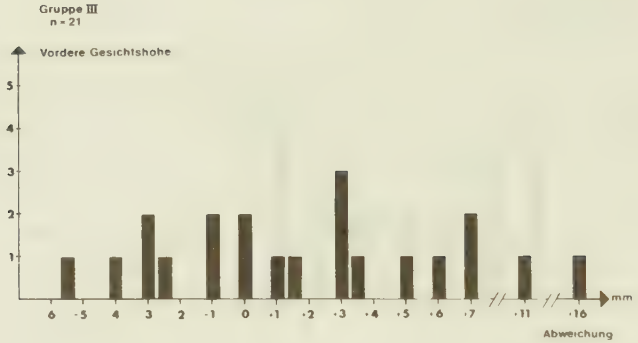


Abb. 3c

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumvorhersage

In der Gruppe I (n = 23) und Gruppe III (n = 21) Uberwiegen die Abweichungen nach der positiven Seite. Beim Vergleich der Gruppe III (n = 21 mit den anderen Gruppen ist die Streuung sehr groß und reicht von -5,5 mm bis +16 mm.

4.1.1.3. Mittlere Gesichtshöhe

Die Strecke N-Sp, in Millimeter gemessen, stellt den oberen Teil der vorderen Gesichtshöhe dar.

Die Unterschiede oder auch Übereinstimmungen zwischen der Vorhersage und der tatsächlichen Entwicklung der mittleren Gesichtshöhe sind für die 3 Gruppen getrennt in den Abbildungen 4a,b,c graphisch dargestellt. Dabei fällt die große Streuung der Abweichung, die sowohl im positiven wie im negativen Bereich liegt,auf.

Wir finden eine vollständige Übereinstimmung

bei der Gruppe I	(n = 23)	5 mal	(21,5 %)
bei der Gruppe II	(n = 15)	3 mal	(19,8 %)
bei der Gruppe III	(n = 21)	1 mal	(4,7 %)

Bei einer Fehlergrenze von ± 1 ergeben sich die Übereinstimmungen

bei der Gruppe I	(n = 23)	64,5 %	(15 Probanden)
bei der Gruppe II	(n = 15)	33,3 %	(5 Probanden)
bei der Gruppe III	(n = 21)	42,3 %	(9 Probanden)

Die mittlere prozentuale Übereinstimmung für die Gesamtheit aller Fälle der drei Gruppen (gerundet auf ganze Prozent) innerhalb der Fehlergrenze ± 1 beträgt 37 %.

Vergleicht man die zwei behandelten Gruppen (Gruppe I + III) (n = 23, n = 21) mit der unbehandelten Gruppe II (n = 15), so ergibt sich für die behandelten Gruppen eine Übereinstimmung innerhalb der Fehlergrenze ± 1 von 38,4 %, in der Kontrollgruppe von 33 %.

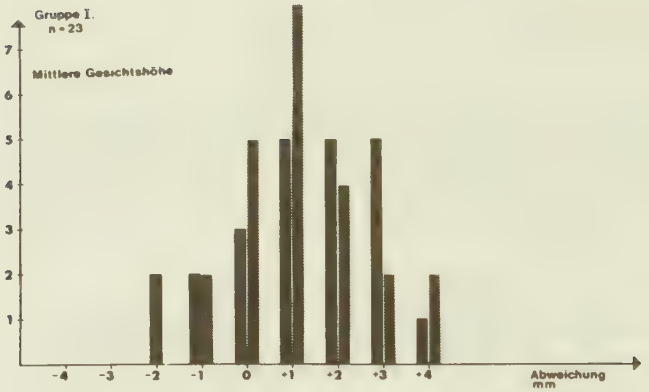


Abb. 4a

▨ Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

■ und der Differenz zwischen der Durchzeichnung von RMDS mit der Wachstumsvorhersage

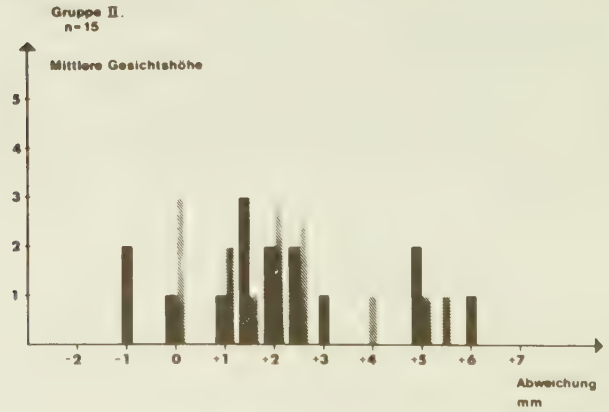


Abb. 4b

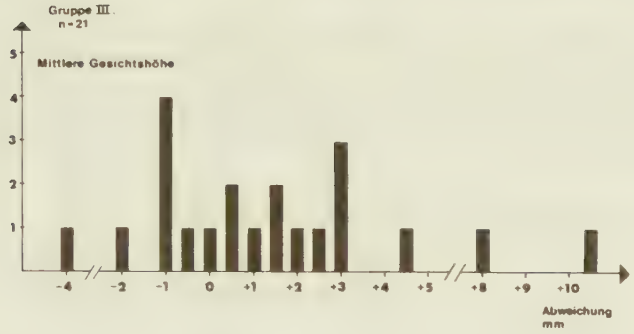


Abb. 4c

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

Bei allen drei Gruppen liegen die Abweichungen überwiegend im positiven Bereich.

Gruppe I	(n = 23)	16 Probanden oder 68,8 %
Gruppe II	(n = 15)	12 Probanden oder 79,2 %
Gruppe III	(n = 21)	13 Probanden oder 61,1 %

das heißt, die Werte der Vorhersage sind erheblich größer. Bei der Gruppe III ist die Streuung am größten (-4 mm bis +10,5 mm).

4.1.1.4. Untere Gesichtshöhe

Der Streckenwert Sp-Me entspricht der unteren Gesichtshöhe und wurde in Millimeter gemessen.

Die Unterschiede oder auch Übereinstimmungen zwischen der Vorhersage und der tatsächlichen Entwicklung der unteren Gesichtshöhe sind für die 3 Gruppen getrennt in den Abbildungen 5a,b,c graphisch dargestellt. Dabei fällt die große Streuung der Abweichung, die sowohl im positiven wie im negativen Bereich liegt, auf.

Wir finden eine vollständige Übereinstimmung

bei der Gruppe I	(n = 23)	6 mal	(25,8 %)
bei der Gruppe II	(n = 15)	1 mal	(6,6 %)
bei der Gruppe III	(n = 21)	1 mal	(4,7 %)

Bei einer Fehlergrenze von ± 1 ergeben sich die Übereinstimmungen

bei der Gruppe I	(n = 23)	43 %	(10 Probanden)
bei der Gruppe II	(n = 15)	26 %	(4 Probanden)
bei der Gruppe III	(n = 21)	23,5 %	(5 Probanden)

Die mittler prozentuale Übereinstimmung für die Gesamtheit aller Fälle der drei Gruppen (gerundet auf ganze Prozent) innerhalb der Fehlergrenze ± 1 beträgt 31 %.

Vergleicht man die zwei behandelten Gruppen (Gruppe I + III) (n = 23, n = 21) mit der unbehandelten Gruppe II (n = 15), so ergibt sich für die behandelten Gruppen eine Übereinstimmung innerhalb der Fehlergrenze ± 1 von 23,5 %, in der Kontrollgruppe von 26,4 %.

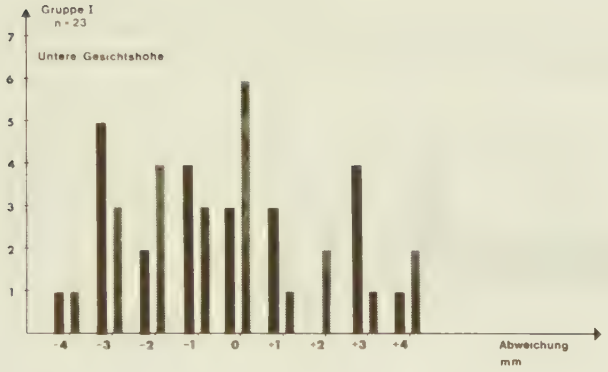


Abb. 5a

▨ Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

■ und der Differenz zwischen der Durchzeichnung von RMDS mit der Wachstumsvorhersage

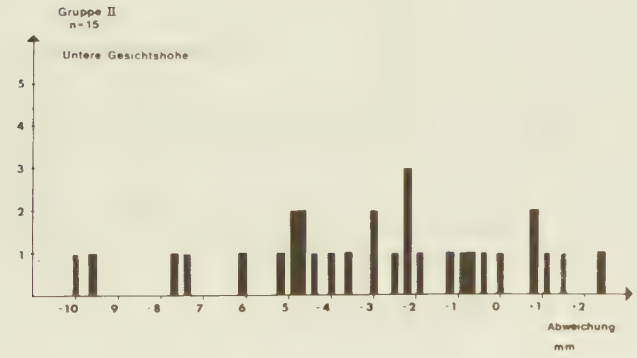


Abb. 5b

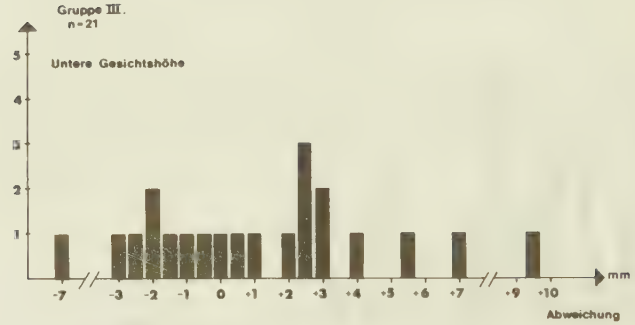


Abb. 5c

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

Bei der Gruppe I (n = 23) liegt die Streuung zwischen -4 mm bis +4 mm; der Großteil der Abweichungen (47,3 % entsprechend 11 Patienten) liegt im negativen Bereich.

Bei der Gruppe II (n = 15) finden wir den überwiegenden Teil der Abweichungen (79,2 % entsprechend 12 Probanden) ebenfalls im negativen Bereich. Die Streuung liegt hier zwischen -1 cm bis +1,5 mm. Das heißt für beide Gruppen sind die Werte der Vorhersage deutlich kleiner.

Bei der Gruppe III (n = 21) liegen die Abweichungen (54,4 % entsprechend 12 Patienten) im positiven Bereich. Hier wurde die größte Streuungsbreite festgestellt, nämlich von -7 mm bis +9,5 mm.

4.1.1.5. BaNA-Winkel

Zur Beurteilung der sagittalen Lagebeziehung der Maxilla im Gesichtsschädel wurde der Winkel zwischen Basion, Nasion und A-Punkt herangezogen, da der übliche SNA-Winkel nicht zur Verfügung stand.

Die Unterschiede oder auch Übereinstimmungen zwischen der Vorhersage und den tatsächlich eingetretenen Winkelwerten sind für die 3 Gruppen getrennt in den Abbildungen 6a,b,c graphisch dargestellt. Dabei fällt die große Streuung der Abweichung, die sowohl im positiven wie im negativen Bereich liegt, auf.

Wir finden eine vollständige Übereinstimmung

bei der Gruppe I	(n = 23)	5 mal	(21,5 %)
bei der Gruppe II	(n = 15)	2 mal	(13,2 %)
bei der Gruppe III	(n = 21)	1 mal	(4,7 %)

Bei einer Fehlergrenze von $\pm$ 1 ergeben sich die Übereinstimmungen

bei der Gruppe I	(n = 23)	51,6 %	(12 Probanden)
bei der Gruppe II	(n = 15)	59,4 %	(9 Probanden)
bei der Gruppe III	(n = 21)	32,9 %	(7 Probanden)

Die mittlere prozentuale Übereinstimmung für die Gesamtheit aller Fälle der drei Gruppen (gerundet auf ganze Prozent) innerhalb der Fehlergrenze $\pm$ 1 beträgt 48 %.

Vergleicht man die zwei behandelten Gruppen (Gruppe I + III) (n = 23, n = 21) mit der unbehandelten Gruppe II (n = 15), so ergibt sich für die behandelten Gruppen eine Übereinstimmung innerhalb der Fehlergrenze $\pm$ 1 von 39,7 %, in der Kontrollgruppe von 59,4 %.

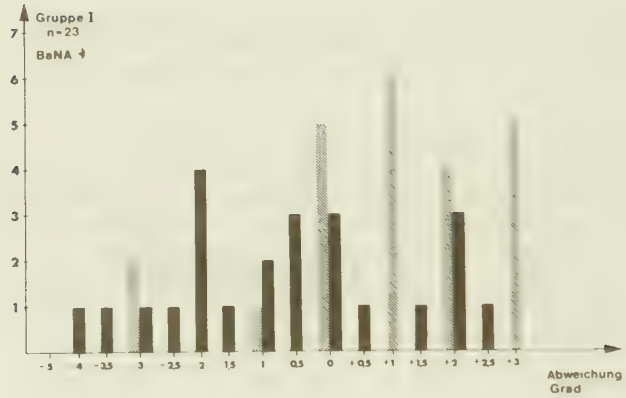


Abb. 6a

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

und der Differenz zwischen der Durchzeichnung von RMDS mit der Wachstumsvorhersage

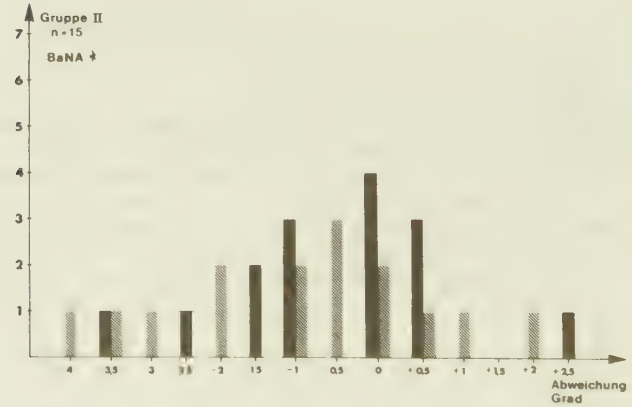


Abb. 6b

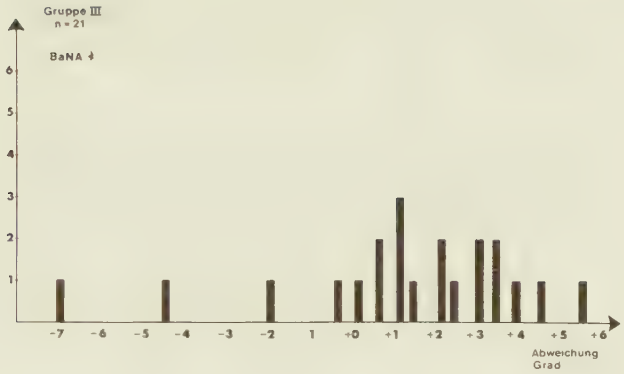


Abb. 6c

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

Bei den Gruppen I (n = 23) und III (n = 21) sind die Veränderungen dieses Winkels während der Wachstumsphase gering. Hingegen sind die Werte der Wachstumsvorhersage im allgemeinen deutlich größer.

In der Gruppe II (n = 15) ist das Verhältnis umgekehrt. Die größte Streuung von -7^{o} bis $+ 5{,}5^{o}$ wurde bei der Gruppe III (n = 21) beobachtet.

4.1.1.6. BaNB-Winkel

Zur Beurteilung der sagittalen Lagebeziehung der Mandibula im Gesichtsschädel wurde der Winkel zwischen Basion, Nasion und B-Punkt herangezogen, da der übliche SNB-Winkel nicht zur Verfügung stand.

Die Unterschiede oder auch Übereinstimmungen zwischen der Vorhersage und den tatsächlich eingetretenen Winkelwerten sind für die 3 Gruppen getrennt in den Abbildungen 7a,b,c graphisch dargestellt. Dabei fällt die große Streuung der Abweichung, die sowohl im positiven wie im negativen Bereich liegt, auf.

Wir finden eine vollständige Übereinstimmung

bei der Gruppe I	(n = 23)	7 mal	(30,1 %)
bei der Gruppe II	(n = 15)	2 mal	(13,2 %)
bei der Gruppe III	(n = 21)	2 mal	(9,4 %)

Bei einer Fehlergrenze von ± 1 ergeben sich die Übereinstimmungen

bei der Gruppe I	(n = 23)	55,9 %	(13 Probanden)
bei der Gruppe II	(n = 15)	52,8 %	(8 Probanden)
bei der Gruppe III	(n = 21)	23,5 %	(5 Probanden)

Die mittlere prozentuale Übereinstimmung für die Gesamtheit aller Fälle der drei Gruppen (gerundet auf ganze Prozent) innerhalb der Fehlergrenze ± 1 beträgt 45 %.

Vergleicht man die zwei behandelten Gruppen (Gruppe I + III) (n = 23, n = 21) mit der unbehandelten Gruppe II (n = 15), so ergibt sich für die behandelten Gruppen eine Übereinstimmung innerhalb der Fehlergrenze ± 1 von 39,7 %, in der Kontrollgruppe von 52,8 %.

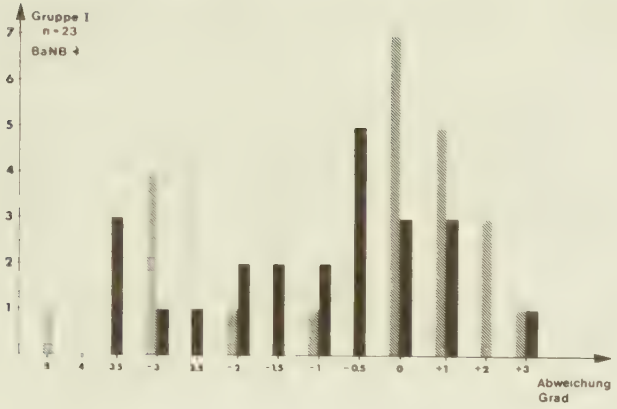


Abb. 7a

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

und der Differenz zwischen der Durchzeichnung von RMDS mit der Wachstumsvorhersage

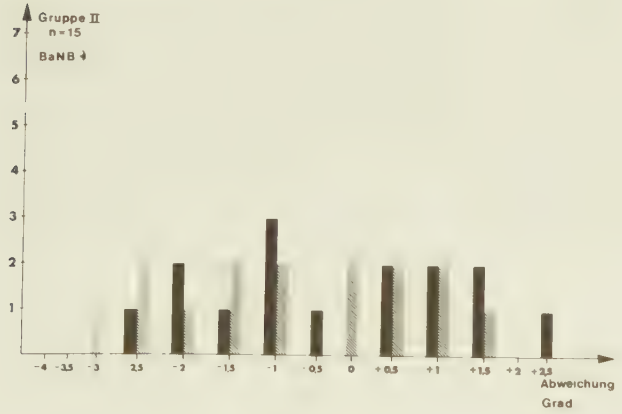


Abb. 7b

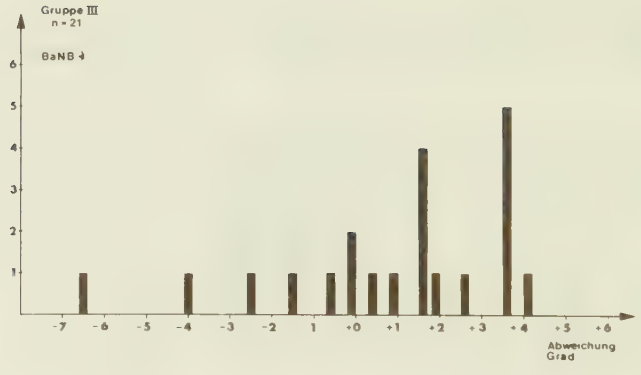


Abb. 7c

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

Bei der Gruppe I (n = 23) und Gruppe III (n = 21) sind die Veränderungen dieses Winkels während der Wachstumsphase wiederum gering. Hingegen sind die Werte der Wachstumsvorhersage beim überwiegenden Teil der Fälle deutlich größer als tatsächlich bestätigt, besonders in der Gruppe III (n = 21) bei 65 % der Patienten.

4.1.1.7. Gonion-Winkel

Der Kieferwinkel wird durch die Tangenten am Unterrand des horizontalen und Hinterrand des aufsteigenden Unterkieferastes gebildet.

Die Unterschiede oder auch Übereinstimmungen zwischen der Vorhersage und den tatsächlich eingetretenen Winkelwerten sind für die 3 Gruppen getrennt in den Abbildungen 8a,b,c graphisch dargestellt. Dabei fällt die große Streuung der Abweichung, die sowohl im positiven wie im negativen Bereich liegt, auf.

Wir finden eine vollständige Übereinstimmung

bei der Gruppe I	(n = 23)	3 mal	(12,9 %)
bei der Gruppe II	(n = 15)	keinmal	(-)
bei der Gruppe III	(n = 13)	keinmal	(-)

Bei einer Fehlergrenze von ± 1 ergeben sich die Übereinstimmungen

bei der Gruppe I	(n = 23)	21,5 %	(5 Probanden)
bei der Gruppe II	(n = 15)	13,2 %	(2 Probanden)
bei der Gruppe III	(n = 13)	23 %	(3 Probanden)

Die mittlere prozentuale Übereinstimmung für die Gesamtheit aller Fälle der drei Gruppen (gerundet auf ganze Prozent) innerhalb der Fehlergrenze ± 1 beträgt 22 %.

Vergleicht man die zwei behandelten Gruppen (Gruppe I + II) (n = 23, n = 13) mit der unbehandelten Gruppe II (n = 15). so ergibt sich für die behandelten Gruppen eine Übereinstimmung innerhalb der Fehlergrenze ± 1 von 26,9 % , in der Kontrollgruppe von 13,2 %.

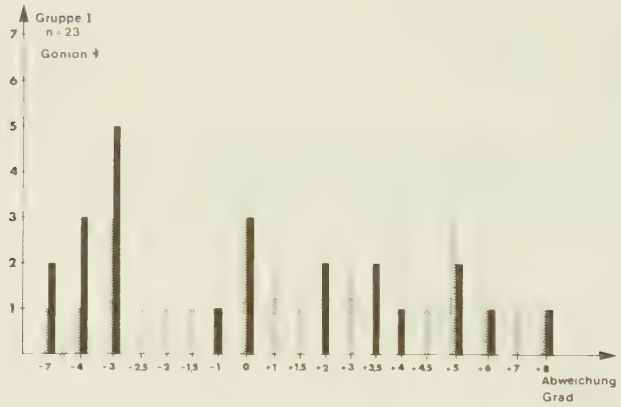


Abb. 8a

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

und der Differenz zwischen der Durchzeichnung von RMDS mit der Wachstumsvorhersage

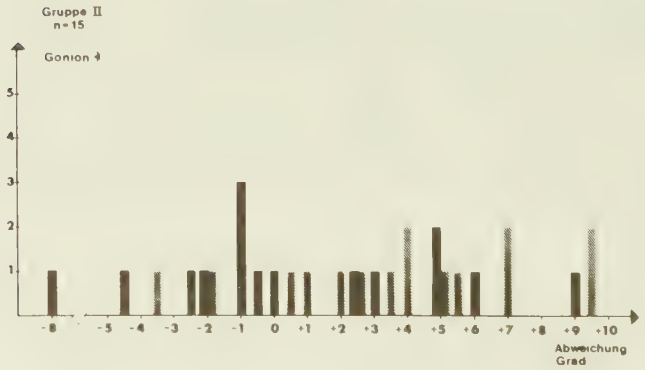


Abb. 8b

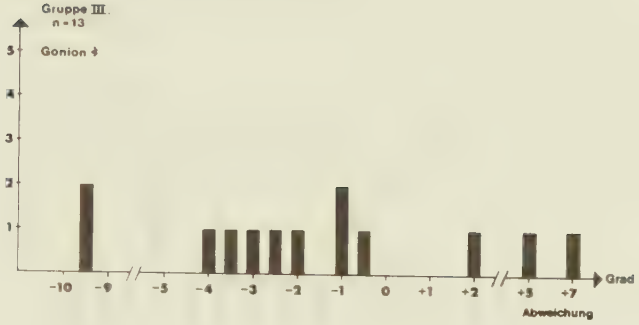


Abb. 8c

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

In der Gruppe II (n = 15) liegen die Abweichungen mit einem Maximalwert von + 9,5° überwiegend (bei 13 Probanden bzw. 85,8 % der Fälle) im positiven Bereich.

Bei der Gruppe III (n = 13) ist die Streuung ebenfalls recht groß. Sie reicht von -9,5° bis +7° . Die Werte der Vorhersage sind deutlich unterschätzt, die Abweichungen liegen zum größten Teil (10 Probanden bzw. 76,9 %) im negativen Bereich.

Bei der Gruppe I (n = 23) halten sich die positiven und die negativen Abweichungen etwa die Waage. Die Streuung von -7° bis +8° ist aber wieder sehr groß.

4.1.1.8. Facialachsen-Winkel

Am Schnittpunkt (CC-Punkt nach Ricketts) der Nasion-Basion-Linie mit der Facialachse nach Ricketts wird der Facialachsen-Winkel gebildet.

Die Unterschiede oder auch Übereinstimmungen zwischen der Vorhersage und den tatsächlich eingetretenen Winkelwerten sind für die 3 Gruppen getrennt in den Abbildungen 9a,b,c graphisch dargestellt. Dabei fällt die große Streuung der Abweichung, die sowohl im positiven wie im negativen Bereich liegt, auf.

Wir finden eine vollständige Übereinstimmung

bei der Gruppe I	(n = 23)	4 mal	(17,2 %)
bei der Gruppe II	(n = 15)	2 mal	(13,2 %)
bei der Gruppe III	(n = 13)	1 mal	(7,6 %)

Bei einer Fehlergrenze von ± 1 ergeben sich die Übereinstimmungen

bei der Gruppe I	(n = 23)	34,7 %	(9 Probanden)
bei der Gruppe II	(n = 15)	66 %	(10 Probanden)
bei der Gruppe III	(n = 13)	30,7 %	(4 Probanden)

Die mittlere prozentuale Übereinstimmung für die Gesamtheit aller Fälle der drei Gruppen (gerundet auf ganze Prozent) innerhalb der Fehlergrenze ± 1 beträgt 44 %.

Vergleicht man die zwei behandelten Gruppen (Gruppe I + III) (n = 23, n = 13) mit der unbehandelten Gruppe II´(n = 15), so ergibt sich für die behandelten Gruppen eine Übereinstimmung innerhalb der Fehlergrenze ± 1 von 32,5 %, in der Kontrollgruppe von 66 %.

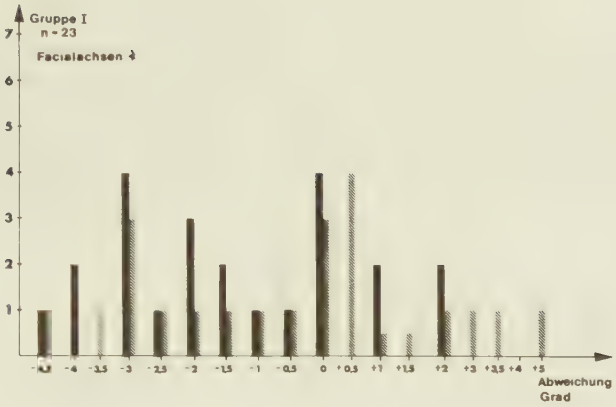


Abb. 9a

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

und der Differenz zwischen der Durchzeichnung von RMDS mit der Wachstumsvorhersage

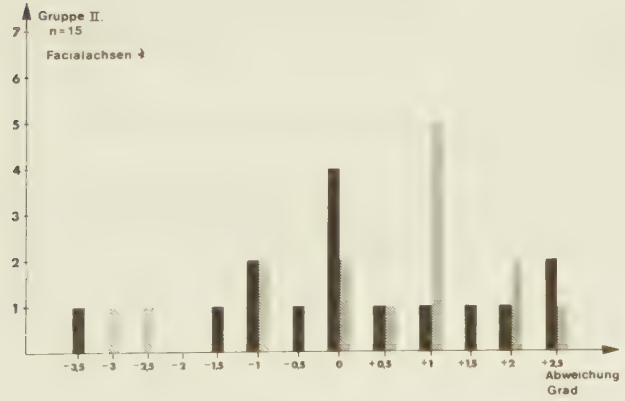


Abb. 9b

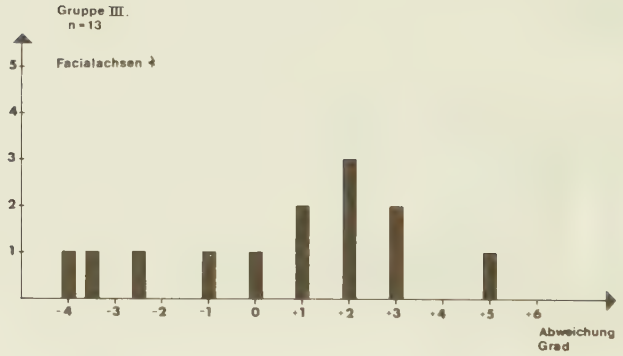


Abb. 9c

Darstellung der Differenz zwischen der eigenen Durchzeichnung des Endbildes mit der Wachstumsvorhersage

In der Gruppe I (n = 23) wurden die Winkelwerte bei 18 Probanden (entsprechend 64,5 % der Fälle) deutlich kleiner vorhergesagt als durch die Abschlußröntgenaufnahmen bestätigt werden konnte.

Die Veränderungen dieses Winkels während der Wachstumsphase waren mit 1,8° gering.

Die Gruppe III (n = 13) weist die größte Streuung zwischen Vorhersage und tatsächlich eingetretener Entwicklung mit Abweichung von -4° bis +5° auf.

4.1.2. Vergleich der Wachstumsvorhersagen mit den von der RMDS gelieferten Durchzeichnungen des Endbildes

Auffallend ist, daß hierbei die Streuung zwischen den jeweiligen Strecken- und Winkelwerten größer ist als beim Vergleich unserer eigenen Durchzeichnungen mit den Voraussagen (4.1.1.1. - 4.1.1.8.). Dementsprechend zeigten unsere Durchzeichnungen der jeweiligen Abschlußröntgenaufnahmen auch ein höheres Maß der Übereinstimmung innerhalb der Fehlergrenzen von ± 1 mm und ± 1° mit den Wachstumsvorhersagen.

4.2. Vergleich unserer Durchzeichnungen mit denen der RMDS

Zur Genauigkeitsüberprüfung verglichen wir die vom Computer ermittelten angulären Werte mit den aus unseren eigenen Durchzeichnungen gewonnenen Daten.

Aus der Abb. 10 sind die Diskrepanzen bzw. Übereinstimmungen der Winkelwerte zwischen der Durchzeichnung des Endbildes durch die RMDS und der eigenen Durchzeichnung zu ersehen.

Für den BaNPg-Winkel wurde die größte Übereinstimmung innerhalb der Fehlergrenzen $\pm$ 1 mit 94,6 % festgestellt. Bei den Facialachsenwinkelwerten konnte immerhin noch ein Übereinstimmungsgrad von 86 % gefunden werden.

Die Neigung der Kieferbasen zueinander konnten dagegen nur in etwa der Hälfte der Fälle mit hinreichender Genauigkeit - also innerhalb der genannten Fehlergrenze - vom Computer angegeben werden.

Der Gonion-Winkel zeigte die größte Streuung mit -6 bzw. +2,5 Grad. 77,4 % der Abweichungen liegen im negativen Bereich, das heißt, die RMDS Durchzeichnungen erbrachten zumeist kleinere Werte.

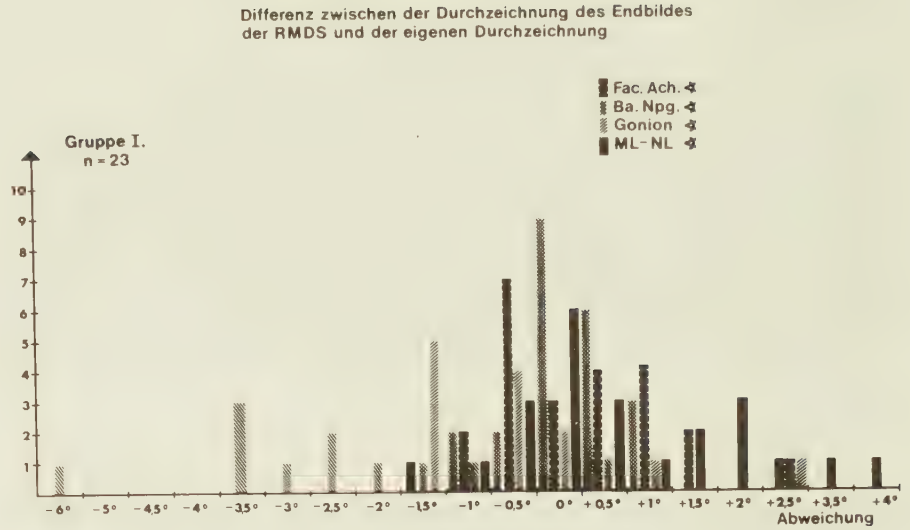


Abb. 10 : Diskrepanzen bzw. Übereinstimmungen der Winkelwerte zwischen der Durchzeichnung des Endbildes durch die RMDS und der eigenen Durchzeichnung.

4.3. Vergleich der mathematischen Mittelwerte des tatsächlichen Wachstums mit den mathemathischen Mittelwerten der Computervorhersage

In Tabelle V werden die Mittelwerte des tatsächlichen Wachstums mit den Mittelwerten der Computervorhersage verglichen. Die relativ höhere Übereinstimmung beim Vergleich der Mittelwerte wird durch die Einzeldaten nicht bestätigt. Die Ursache für diese scheinbare Übereinstimmung der Mittelwerte liegt darin, daß sich die Absolutabweichungen nach oben bzw. unten etwa ausgleichen. Da jede Abweichung aber einzeln betrachtet werden muß, sind Vergleiche der Vorhersagen über den Mittelwert nicht geeignet.

	Gruppe I (n = 23)				Gruppe II (n = 15)				Gruppe III (n = 21)			
	Wachstum		Comp.Wachs.Vorh.		Wachstum		Comp.Wachs.Vorh.		Wachstum		Comp.Wachs.Vorh.	
	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD
UK-Länge	9,7	2,39	11	2,61	8,06	1,85	7,93	1,20	9,88	3,52	14,46	4,0
Vordere Gesichtshöhe	15,13	4,26	15,86	4,15	12,46	3,23	12,56	1,09	13,4	6,2	15,5	6,6
Mittlere Gesichtshöh.	6,56	1,7	7,60	1,90	4,53	1,73	6,66	0,79	5,35	2,72	6,59	3,65
Untere Gesichtshöhe	8,56	3,30	8,26	2,54	7,93	2,46	5,9	1,00	9,02	3,74	10,09	2,98
BoNA-Winkel	1,69	1,22	0,69	0,82	1,2	1,06	0,83	0,55	1,52	2,1	2,30	1,82
BoNB-Winkel	1,82	1,46	1,13	0,75	1,13	0,78	0,43	0,49	1,64	2,00	1,84	1,69
Gonion-Winkel	4,21	2,42	3,42	1,8	7,53	3,86	4,16	1,67	6,03	4,43	7,6	2,31
Facialachsen-Winkel	1,84	1,29	0,45	0,60	0,96	0,81	0,7	0,59	2,15	1,34	0,53	0,51

Tabelle V : Vergleich der mathematischen Mittelwerte des tatsächlichen Wachstums mit den mathematischen Mittelwerten der Computerovorhersage

4.4. Übereinstimmungen aller Meßgrößen zwischen dem eingetretenen Wachstum und der Wachstumsvorhersage

Für alle unter 4.1.1.1. bis 4.1.1.8. beschriebenen und in den Abbildungen 2a - 9c dargestellten Meßgrößen ergeben sich die in Tabelle VI aufgeführten Übereinstimmungen zwischen dem eingetretenen Wachstum und der Wachstumsvorhersage. Dabei wurden die prozentualen Abweichungen aller 8 Meßgrößen pro Gruppe addiert und daraus der arithmetische Mittelwert errechnet. Aus diesem Ergebnis wird ersichtlich, daß bei der Gruppe I (n = 23) die größte Übereinstimmung mit maximal 20 % erreicht wird.

Innerhalb des zugestandenen Fehlerbereiches ± 1 finden wir den höchsten Wert der Übereinstimmung bei der Gruppe II (n = 15) mit 38 %. Daraus folgt, daß im günstigsten Fall (Toleranzbereich für die Abweichung ± 1° bzw. ± 1 mm) die Computervorhersage bei 38 % der Fälle eintritt, also eine fehlerhafte Vorhersage in über 60 % festzustellen ist.

	Vollständige Übereinstimmung	Übereinstimmung bei einer Fehlergrenze v. ± 1
Gruppe I (n = 23)	20,8 %	33,9 %
Gruppe II (n = 15)	9,5 %	38,1 %
Gruppe III (n = 21)	4,55 %	27,7 %

Tabelle VI : Übereinstimmungen aller Meßgrößen zwischen dem eingetretenen Wachstum und der Wachstumsvorhersage

4.5. Vergleich der mehrfach eingeholten Vorhersagen für dasselbe Fernröntgenbild

Wie aus Tabelle VII ersichtlich, zeigen die dreimal eingeholten Vorhersagen für denselben Patienten erhebliche Abweichungen. Bei den Werten der in Tab.VII dargestellten Patienten muß außerdem festgehalten werden, daß dieses von uns ausgewählte Beispiel mit seinen prognostizierten Werten noch am ehesten tatsächlich erhaltenen Daten entspricht. Desweiteren fällt auf, daß die im April 1978 erhaltenen, von der Firma RMDS aber als vorläufig bezeichneten Vorhersagen der Gruppe III (n = 21), mit den tatsächlich erhaltenen Endwerten am ehesten übereinstimmen.

			4.78	1.79	5.79
S.B.	A.B.	E.B.	1.Vorher.	2.Vorher.	3.Vorher.
Ba NA ∢	575°	595°	57°	58°	60°
Ba NB ∢	585°	59°	59°	60°	60°
ML-NL ∢	29°	24°	30°	29°	26°
GONION ∢	1415°	1345°	135°	132°	128.5°
FAC.ACH. ∢	885°	895°	87°	87°	87°
UK LÄNGE	50mm	62mm	62mm	67mm	73mm
VOR.GE.HO.	905mm	108mm	108mm	115mm	126mm
UNT.GE.HO.	505mm	58mm	61mm	65.5mm	72mm
Mi. GE.HO.	40mm	50mm	47mm	49mm	54mm
INTERINC. ∢	158°	136°	156°	164°	168°

Tabelle VII : Tabellarische Übersicht von FeRö-Werten (Anfangs-Endbild und dreier Wachstumsvorhersagen) des Patienten S.B., Gruppe III (n = 21)

Da wir in zahlreichen Fällen keine vollständig ausgewertete Vorhersage erhielten (Abb. 11), sahen wir uns genötigt, bei unserem vergleichenden Untersuchung lediglich 5 Werte zu analysieren. Diese 5 Werte waren in allen erhaltenen Unterlagen angegeben.

Wie aus Tabelle VIII ersichtlich, konnten z. B. in der dritten Vorhersage bei 21 ausgewerteten Klasse III Fällen am Beispiel des BaNA-Winkels lediglich 11 annäherungsweise korrekte Werte angegeben werden, wobei eine Toleranzbreite $\pm 1^{o}$ bzw. 1 mm berücksichtigt wurde.

Diese "Genauigkeit" wird bei den anderen Werten nicht erreicht.

	1.Vorh.	2.Vorh.	3.Vorh.
BaNA ∢	8	10	11
BaNB ∢	3	3	6
AFH	4	5	3
OB.GES.HÖ.	9	8	5
UNT.GES.HÖ.	6	3	3

Tabelle VIII : Zahl der Übereinstimmungen der Werte des E-Rö Bildes mit den Vorhersagen.
(Eine Toleranz von $\pm 1^{o}$ oder ± 1 mm, Gruppe III, n = 21)

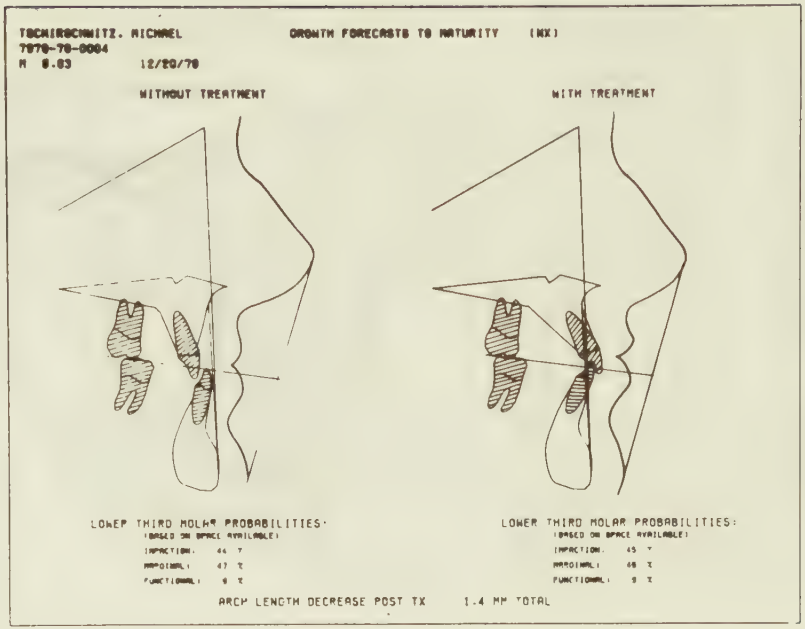


Abb. 11 : Unvollständig durchgezeichnete und ausgewertete Wachstumsvorhersagen von der RMDS

4.6. Falldarstellungen der Überlagerungen

4.6.1. Wie bereits erwähnt, liegen von 24 Fällen die Durchzeichnungen der Anfangsfernröntgenbilder durch die RMDS in doppelter Ausfertigung vor. Diese Durchzeichnungen wurden zu verschiedenen Zeiten erstellt.
Die von jedem Patienten zu zwei verschiedenen Zeitpunkten erstellten Durchzeichnungen ein und desselben Anfangsfernröntgenbildes wurden in der Frankfurter Horizontalen und Senkrechten auf dieser im Foramen rotundum überlagert (Abb.12) Pat.H.O. Die Diskrepanzen bzw. die unterschiedliche Festlegung der Punkte konnten bei 24 Fällen überprüft werden. Die Ergebnisse sind in der Diskussion besprochen (s.59).

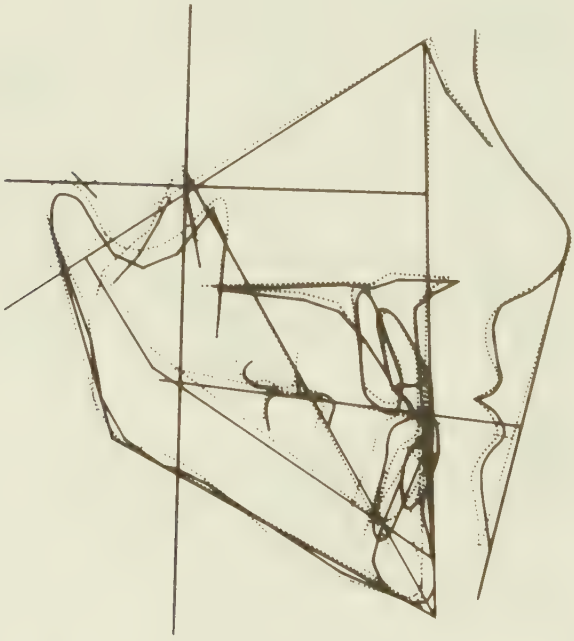


Abb. 12:
——— 1. Originaldurchzeichnung der RMDS vom 04.04.78
.....2. " " " " " 02.06.79

4.6.2. Darstellung der Diskrepanzen bei Überlagerung der von der RMDS angefertigten Durchzeichnung der Endfernröntgenaufnahmen mit zwei zu verschiedenen Zeitpunkten erstellten Vorhersagen des Patienten B.A. (Abb. 13) der Gruppe I (n=23).

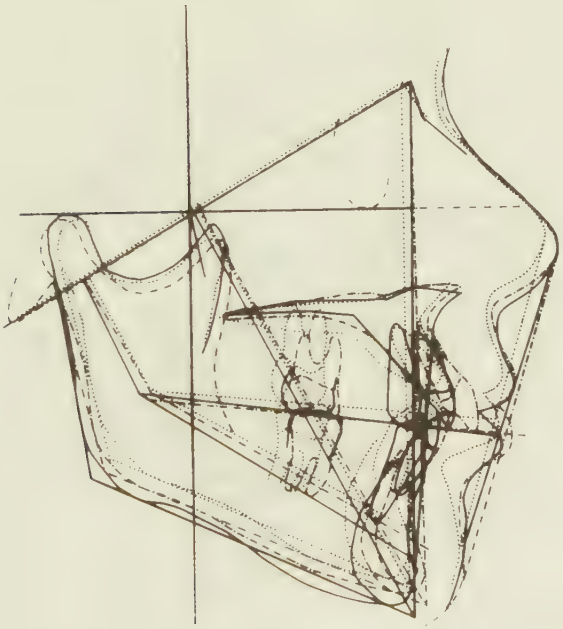


Abb. 13
——— Originaldurchzeichnung der RMDS vom 01.12.79
.-.-.1.Wachstumsvorhersage der RMDS " 06.02.76
.....2. " " " " " 01.12.79

Darstellung der Diskrepanzen bei Überlagerung der von der RMDS angefertigten Durchzeichnung der Endfernröntgenaufnahmen mit zwei zu verschiedenen Zeitpunkten erstellten Vorhersagen des Patienten J.Sch.(Abb.14) der Gruppe II (n=15).

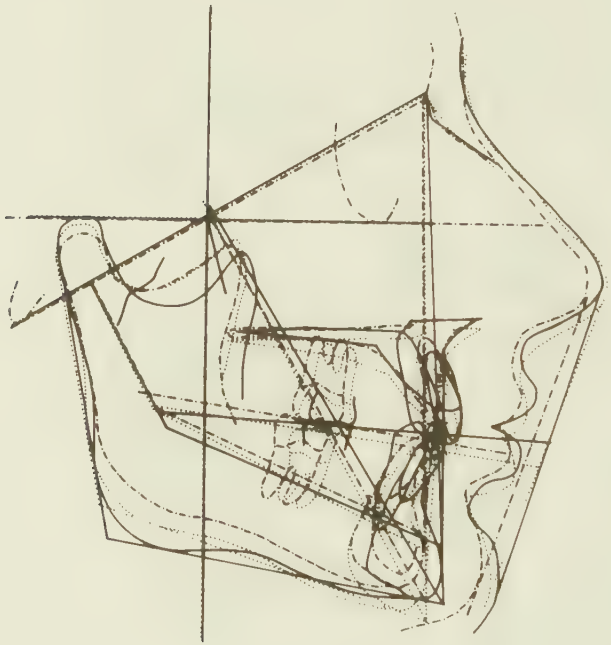


Abb.14

——— Originaldurchzeichnung der RMDS vom 01.12.79
.-.-.- 1.Wachstumsvorhersage der " " 06.02.76
..... 2. " " " " " 01.12.79

4.6.3. Von 24 Probanden wurden zu drei verschiedenen Zeitpunkten Wachstumsvorhersagen erstellt. Die Abb.15 zeigt als Beispiel den Fall L.G. (aus Gruppe III). Die Diskrepanzen zwischen den Vorhersagen sind erheblich.

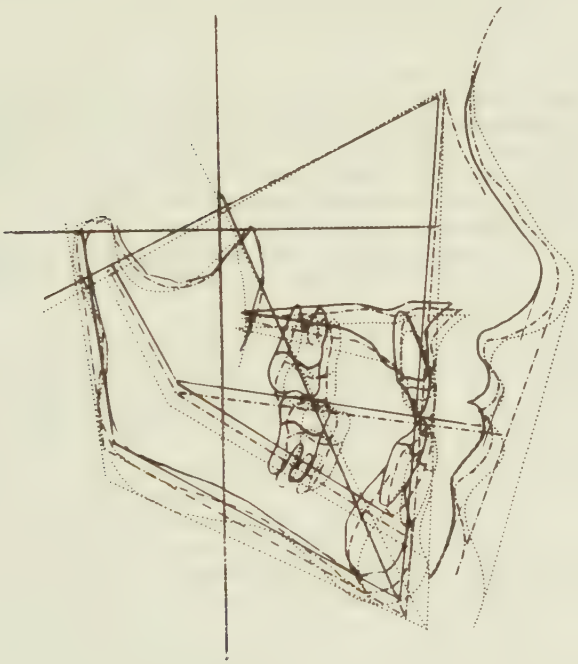


Abb.15
———1. Wachstumsvorhersage der RMDS vom 20.04.78
.-.-.-2. " " " " " 12.01.79
.....3. " " " " " 19.07.79

5. DISKUSSION

Sinn unserer analytischen Untersuchungen war es, die Grenzen aufzuzeigen, welcher jeder genau formulierten Voraussage über Wachstum und Entwicklung gesetzt sind und der entscheidenden Frage nachzugehen, welchen klinischen Wert die Methode der RMDS-Vorhersage hat. Kann uns dieses Verfahren der kommerziellen Wachstumsprognose zusätzliche Informationen, die im Rahmen kieferorthopädischer Behandlungsplanung von Bedeutung sind, liefern ?

Bei unseren Untersuchungen haben wir nicht nur das Ergebnis der Wachstumsvorhersage mit dem tatsächlich eingetretenen Wachstum überprüft, sondern auch die Genauigkeit, mit der die Voraussetzung für die Vorhersage bearbeitet wurde, das heißt wir haben auch die Durchzeichnungen der Fernröntgenbilder, die von der RMDS als Grundlage für die Vorhersage erstellt wurde, mit unseren eigenen Durchzeichnungen verglichen. Außerdem wurden die doppelt zur Verfügung stehenden Durchzeichnungen der Anfangs-Fernröntgenbilder, die wir durch mehrfaches Einsenden an die RMDS erhalten haben, verglichen.

Unsere vergleichenden Untersuchungen erstreckten sich dabei, wie die Abbildungen 2a - 9c zeigen, einerseits auf anguläre und metrische Daten, andererseits auf die Ergebnisse der Überlagerungen der jeweiligen Durchzeichnungen (Abb. 12). Die dabei gefundenen Diskrepanzen sprechen für sich.

Wenn - wie bei unseren Untersuchungen deutlich wird - bereits bei der Festlegung der Präferenzpunkte keine exakten Ergebnisse vorliegen, muß eine Prognose künftig ablaufender Vorgänge von vornherein mit Skepsis betrachtet werden.

Eine differenzierte Analyse der von Ricketts und Mitarbeitern getroffenen Postulate zeigt die Unvollkommenheit der kephalometrischen Technik als zweidimensionale Projektion und die Unmöglichkeit, alle wünschenswerte Meßpunkte festzustellen und dadurch das Wachstum in verschiedenen Regionen des Kopfes in seiner ausgesprochen vielgestaltigen Form zu erkennen.

Nachdem Björk bereits 1963 (8) zeigte, daß man wegen der Resorptions- und der Appositionsvorgänge auf der Mandibularebene als obligatorische Bezugslinie zum Zweck der Untersuchungen des Unterkieferwachstums nicht überlagern kann, meinte Ricketts, wie aus Abbildung 1 erkenntlich, mit der Einführung des Xi-Punktes die Möglichkeit neuer Vorhersagetechniken zu schaffen. Er benutzte diese Technik mit dem Xi-Punkt nicht nur für die Kurzzeitvorhersage bei der Behandlungsplanung, sondern auch für die Entwicklung von Langzeitvoraussagen (46).

Diese Ableitung eines Wachstumszentrums nach mathematisch-geometrischen Gesichtspunkten muß in einem biologischen System mit seinen physiologischen Eigengesetzmäßigkeiten zwangsläufig zu Diskrepanzen führen. Dies um so mehr, als offensichtlich die reproduzierbare Bestimmung dieses Punktes sehr schwierig ist. Denn aus unserem Beispiel in Abbildung 12 geht die unterschiedliche Festlegung dieses Zentrums in zwei zeitlich verschiedenen RMDS-Durchzeichnungen ein und desselben Röntgenbildes deutlich hervor.

Desweiteren wird die von Ricketts (43,44,45) und Ruhland (47) verwendete Frankfurter Horizontale als Bezugslinie in Korrelation zur Pt-Senkrechten nach den Arbeiten von Richardson (39), Schmuth und Mitarbeitern (1), sowie Lücke und Witt (31) sehr unterschiedlich bewertet. Woodside und James (56) fanden darüberhinaus im Vergleich zur Überlagerung in der vorderen Schädelbasis sehr unterschiedliche Bilder des facialen Wachstums.

Ausgehend von dieser unterschiedlichen Festlegung des Xi-Punktes, welche an 24 - zweifach von der RMDS durchgezeichneten Fernröntgenbilder von uns überprüft wurde und die in allen Fällen eine deutliche Abweichung zeigten, müssen zwangsläufig auch die restlichen Werte, wie UK-Länge, Gonion-Winkel, Facialachse, vordere Gesichtshöhe, mittlere und untere Gesichtshöhe, BaNA, BaNB, Corpusaxis und Okklusalebene entsprechende Fehler aufweisen.

Die Auswertung der UK-Länge zeigt bei den 13 Klasse III-Fällen und den 15 behandelten Klasse II-Fällen, daß das Entwicklungspotential des Unterkiefers durchwegs überschätzt wurde. Die Streuung war dabei sehr groß. Sie erstreckte sich von -4 bis +10,5 mm (Abbildung 2a).

Entsprechende Ergebnisse mit Überschätzung bzw. Unterschätzung konnten bereits von Woodside und James (56) 1975 nachgewiesen werden.

Ähnliche Systemfehler zeigten sich auch bei der Beurteilung des Gonion-Winkels (Abbildung 8a). So wurde in 76,9 % der Kl. III-Fälle der Winkelwert unterschätzt, im Gegensatz zu unserer Kontrollgruppe der unbehandelten Kl. II-Fälle, bei der mit 85,8 % Häufigkeit die Größe überschätzt war. Auch hier minderten große Streubreiten zwischen -9,5° bis + 7° die Aussagekraft.

Aus dem Rahmen dieser prognostisch ungünstigen Untersuchungsergebnisse fällt der Facialachsenwinkel bei den unbehandelten Probanden der Kontrollgruppe (n = 15). Somit liegt die Vermutung nahe, daß die prognostische Aussage noch am ehesten unter Ausschluß jeglicher Behandlungsmittel gewährleistet ist. Allerdings sind die Veränderungen dieses Winkels während des Wachstums immer äußerst gering.

Wie bereits erwähnt, müssen zur Beurteilung der sagittalen Verhältnisse in Ermangelung des Punktes S die Winkel BaNA und BaNB benutzt werden. Hervorzuheben ist beim Vergleich der sagittalen Lagebeziehung von Maxilla und Mandibula im Visceralcranium (in Form von BaNA bzw. BaNB), daß bei zwei Kollektiven (n = 23 bzw. n = 21) alle Fälle einen größeren Winkelwert in der Vorhersage gegenüber dem Endbild aufweisen, während die Kontrollgruppe mit 15 Probanden demgegenüber genau umgekehrte Verhältnisse zeigte.

Ein weiterer systematischer Fehler zeigte sich bei der Beurteilung der vorderen Gesichtshöhe. Bei diesem Kriterium fanden wir im übrigen die eklatantesten Diskrepanzen mit

einem Spitzenwert von 16 mm Abweichung. Die vordere Gesichtshöhe setzt sich aus zwei Strecken zusammen, der mittleren (N Sp = Mittelgesicht) und der unteren Gesichtshöhe (Sp-Me). Bei der Überprüfung dieser Werte zeigte sich, daß bei der mittleren Gesichtshöhe grundsätzlich ein zu großer Wert mit entsprechend großer Variationsbreite gefunden wurde (Abbildung 4a,b,c), während die untere Gesichtshöhe in zwei Kollektiven deutlich unterschätzt wurde (Abbildung 5b,c). Auch diese erheblichen Unterschiede finden in der Arbeit Woodside und James (56) 1975 ihre Bestätigung. Wegen der positiven und negativen Abweichungen in Mittel- bzw. Untergesicht ergibt sich somit bei der Betrachtung der Gesamtgesichtshöhe insgesamt gesehen mathematisch ein relativ übereinstimmendes Ergebnis, obwohl die Einzelwerte für das Mittelgesicht und das Untergesicht deutliche Abweichungen aufweisen.

Auf Grund der Tatsache, daß wir vergleichende Untersuchungen an mehreren Vorhersagen ein und derselben Patienten durchführen konnten, sind wir in der Lage, die dabei aufgetretenen starken Diskrepanzen der numerischen Werte eindeutig zu dokumentieren und zu bestimmen.

Wie aus Tabelle VII ersichtlich, zeigen die dreimal eingeholten Vorhersagen für ein und denselben Patienten erhebliche Abweichungen. Jedoch ist dabei anzumerken, daß auch hier der angegebene Facialachsenwinkel als einziger Wert richtig angegeben wird.

Desweiteren fällt auf, daß die im April 1978 erhaltenen, von der Firma RMDS aber als vorläufig bezeichneten Vorhersagen der Gruppe III (n = 21), den tatsächlich erhaltenen Endwerten am ehesten entspricht. Bei den Werten des in Tabelle VII dargestellten Patienten muß außerdem festgehalten werden, daß dieses von uns ausgewählte Beispiel in seiner Aussagekraft noch am relativ besten in seinen prognostizierenden Werten den tatsächlich erhaltenen Daten entspricht.

Da wir leider in zahlreichen Fällen keine vollständig ausgewertete Vorhersage erhielten (Abbildung 11), sahen wir uns genötigt, uns bei weiteren vergleichenden Untersuchungen auf lediglich 5 Werte zu beschränken. Diese 5 Werte waren in allen erhaltenen Unterlagen angegeben. Die Ergebnisse sind in Tabelle VIII dargestellt.

Wie aus Tabelle VIII ersichtlich wird, konnten z.B. in der 3. Vorhersage bei 21 ausgewerteten Kl. III-Fällen, wobei eine Toleranzbreite F 1^{o} bzw. 1 mm berücksichtigt wurde, am Beispiel des BaNA-Winkels lediglich 11 annäherungsweise korrekte Werte angegeben werden. Dies entspricht einer relativen Genauigkeit von 50 %. Diese " Genauigkeit " wird bei den anderen Werten nicht erreicht.

Bereits 1975 haben Greenberg und Johnston (22), sowie Woodside und James (56) Zweifel an dieser Computermethode angemeldet. Trotz der in den folgenden Jahren erfolgten angeblichen weiterreichenden Individualisierung dieses Systems durch Schulhof und Bagha (50), sprechen unsere Untersuchungen nicht dafür, daß ein befriedigender Grad der Wachstumsvorhersagen für den Individualfall erreicht werden konnte.

Nachdem die Endbilder der Gruppe I - II der Firma RMDS zur Überprüfung ihrer Computerprogramme 1977 überlassen wurden, bestätigt Schulhof von der RMDS in einer persönlichen Mitteilung (52) die Diskrepanzen zwischen der Vorhersage und dem tatsächlich eingetretenen Wachstum. Er gibt aber in diesem Schreiben an, daß die Vorhersagen, die das RMDS für amerianische Kinder erstellt, wesentlich genauer sind, eine Meinung, die auf Grund von Untersuchungen von Johnston und Greenberg (22), sowie Woodside und James (56) nicht bestätigt wird. Da die genetischen Grundmuster der weißen amerikanischen und europäischen Bevölkerung sicherlich nicht für die unterschiedlichen Wachstumsraten verantwortlich zu machen sind, glaubt Schulhof,die Ursache für dieses unterschiedliche Wachstum seien Ernährungsgewohnheiten, verschiedene Lebensumstände und weitere unbekannte Faktoren.

Obwohl unser Material zu einem Großteil aus Fällen besteht, die kieferorthopädisch behandelt wurden, dürfte das für die Wertigkeit der Wachstumsvorhersage keine Bedeutung haben. Zwar glaubt Ricketts, daß für die Kurzzeitvorhersage über 2 Jahre die Behandlungsmittel einen Einfluß auf das Wachstum haben, bei der Langzeitvorhersage, wie sie bei uns vorliegt, kann nach seiner Meinung der Behandlungseffekt jedoch vernachlässigt werden (43).

Prinzipiell bringt also die kommerzielle Vorhersage keine besseren Ergebnisse als andere Voraussagen. Das ist auch nicht verwunderlich, da alle Methoden mit einem Mittelwert für die jährliche Wachstumsveränderung arbeiten, individuell die Wachstumsrate jedoch verschieden ist.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegenden Untersuchungen wurden durchgeführt, um die Genauigkeit der von Ricketts und Mitarbeitern entwickelten kommerziellen Computer-Langzeitvoraussage des cranio-facialen Wachstums im retrospektiven Vergleich zu überprüfen und um der entscheidenden Frage weiter nachzugehen, ob mit der lateralen Fernröntgenaufnahme die Wachstumsveränderungen innerhalb des Gesichtsschädels mit hinreichender Genauigkeit vorhergesagt werden können.

Dazu wurden die Ergebnisse der Wachstumsvorhersage von 70 Fällen unterschiedlicher Dysgnathiearten mit dem tatsächlich eingetretenen Schädelwachstum metrisch, angulär und mittels Überlagerung verglichen.

Es wurden folgende Ergebnisse gewonnen.

1) Die großen Schwankungsbreiten beim Vergleich der Computervorhersage mit dem tatsächlich eingetretenen Wachstum an Hand eigener Durchzeichnungen des Endfernröntgenbildes waren sehr groß. Zum Beispiel wurde bei der vorderen Gesichtshöhe eine Streubreite von -5,5 bis +16 mm und beim Gonion-Winkel Abweichungen von -3,5° bis zu +9,5° festgestellt.

2) Die Streuung zwischen den RMDS-Durchzeichnungen von den jeweiligen Abschlußröntgenaufnahmen und den entsprechenden Wachstumsvorhersagen war sogar noch größer als beim Vergleich unserer Durchzeichnungen mit den Vorhersagen, das heißt beim Gonion-Winkel ergab sich hierbei eine Streubreite von sogar 17°, also von -8° bis +9°. Bei der UK-Länge ergaben sich Differenzen von -3 bis + 8 mm zwischen der Vorhersage und der Endbild-Durchzeichnung vom Computer, während die Voraussage im Vergleich zu unseren eigenen Durchzeichnungen nur von -2 bis zu +6 mm abweichen.

3) Die Diskrepanzen zwischen zwei zu verschiedenen Zeitpunkten von der RMDS erstellten Durchzeichnungen ein und desselben Fernröntgenbildes waren erheblich. Die doppelte Durchzeichnung konnte bei 24 Fällen überprüft werden.

4) Bei mehrfach eingeholten Vorhersagen für ein und dasselbe Fernröntgenbild waren die Unterschiede in den Wachstumsvorhersagen eklatant, das heißt für einen Patienten wurden zu verschiedenen Zeitpunkten, aber an Hand gleicher Unterlagen, verschiedene Vorhersagen erstellt. So konnten z.B. in der 3. Vorhersage bei 21 ausgewerteten Kl. III-Fällen, wobei eine Toleranzbreite von $+1^{\circ}$ bzw. ± 1 mm berücksichtigt wurde, am Beispiel des BaNA-Winkels lediglich 11 annäherungsweise korrekte Werte angegeben werden. Dies entspricht einer relativen Genauigkeit von 50 %, jedoch nicht einmal diese " Genauigkeit " wird bei den anderen Werten erreicht.

5) Die mathematische Übereinstimmung beim Vergleich der Mittelwerte einzelner Parameter wird durch die Einzeldaten nicht bestätigt. Die Ursache für diese scheinbare Übereinstimmung der Mittelwerte liegt darin, daß sich die Absolutabweichung nach oben bzw. unten etwa ausgleicht. Da jede Abweichung aber einzeln betrachtet werden muß, sind Vergleiche der Vorhersage über den Mittelwert nicht geeignet.

6) Bei der Errechnung der mittleren prozentualen Abweichung aller von uns überprüften Meßgrößen wurde innerhalb des zugestandenen Fehlerbereiches von $\pm$ 1 mit 38 % der höchste Wert der Übereinstimmung erreicht.
Daraus folgt, daß die Unsicherheit bei mindestens 60 % liegt.

Zusammenfassend ergibt sich also für die Wertigkeit der kommerziellen Wachstumsvorhersage, daß deren Aussage im Einzelfall genauso unsicher bleibt wie andere Methoden und sich damit kein Vorteil gegenüber den bisher bekannten Prognosemethoden ergibt.

7. LITERATURVERZEICHNIS

1. Altuna, G. Clar, E. Freisfeld, G. Schmuth, G. — Errors in determination of landmarks in connection with methodological problems in roentenographic growth studies. Trans. Europ. Orthodont. Soc., 373 (1971)

2. Balbach, D.R. — The cephalometric relationship between the morphology of the mandible at its future occlusal position. Angle Orthodont. 39, 29 (1969)

3. Baumrind, S. Miller, D. Molthen, R. — The reliability of head film measurements. Amer. J. Orthodont. 70, 617 (1976)

4. Björk, A. — Variability and age changes in overjet and overbite. Amer. J. Orthodont. 38, 779 (1953)

5. Björk, A. Palling, M. — Adolescent age changes in sagittal jaw relation, alveolar prognathy and incisal inclination. Acta Odontol. Scand. 12, 201 (1954)

6. Björk, A. — Facial growth in man studied with the aid of metallic implants. Acta Odontol. Scand. 13, 9 (1955)

7. Björk, A. — Cranial base development. Amer. J. Orthodont. 41, 198 (1955)

8. Björk, A. — Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. J. dent. Res. 42, 400 (1963)

9. Björk, A. — Sutrual growth of upper face, studied by the implant method
Acta. Odontol. Scand. 24, 109 (1966)

10. Björk, A. — Prediction of mandibular growth rotation
Amer. J. Orthodont. 55, 585 (1969)

11. Björk, A.
Skieller, V. — Facial development and tooth eruption
An implant study at the age of puberty
Amer. J. Orthodont. 62, 339 (1972)

12. Broadbent, B.H. — A new X-ray technic and its application to Orthodontic
Angle Orthod. 1, 45 (1931)

13. Brown, W.A.B. — A cephalometric analysis of parents and their children
Trans. Europ. Orthodont. Soc. 37, 409 (1961)

14. Brown, W.A.B. — Cephalometric analysis of skeletal three apical base relationships in families
Trans. Europ.Orthodont. soc. 39, 105 (1963)

15. Burdach-Berger, W.
Witt, E. — Fernröntgenologischer Vergleich zwischen Eltern und Kindern zur Wachstumsvorhersage des Unterkiefers
Fortschr. Kieferorthop. 38, 148 (1977)

16. Curtner, R.M. — Predetermination of the adult face
Am. J. Orthodont. 39, 201 (1953)

17. De Coster, L. — Heredity potentiality versus ambient factors
Trans. Europ. Orthodont. Soc. 227 (1951)

18. De Coster, L. — Eine neue Bezugslinie mit großer Genauigkeit zum Studium sagittaler Fernröntgenaufnahmen
Fortsch. Kieferorthop. 13, 49 (1952)

19. Durlak, C.
Witt, E. — Der Stellenwert der Symphyse für die Wachstumsprognose des Unterkiefers
Fortschr. Kieferorthop. 41, 18 (1980)

20. Enlow, D.
Harris, D. — A study of the postnatal growth of the human mandible
Amer. J. Orthodont. 50, 25 (1964)

21. Gall, W.
Manfred — Computer verändert die Medizin
Schriftenreihe der Bezirkskammer Nordwürttemberg Nr. 15

22. Greenberg, L.
Johnston, L. — Computerized prediction: the accuracy of a contemporary long range forecast
Amer. J. Orthodont. 67, 243 (1975)

23. Hixon, E. — Prediction of facial growth
Trans. Europ. Orthodont. Soc. 303 (1968)

24. Hofrath, H. — Die Bedeutung der Röntgen- und Abstandsaufnahmen für die Diagnostik der Kieferanomalien
Fortschr. Orthodontie 1, 232 (1931)

25. Horowitz, S.
Hixon, E. — The nature of orthodontic diagnosis
Saint Louis, Mosby (1966)

26. Jarabak, J.R. — Postgraduate course in university of Amsterdam
Orthodontic Department, June (1972)

27. Jenatschke, F. — Wachstumsprognose retrospektiv
Fortschr. Kieferorthop. 38, 17 (1977)

28. Johnston, L. — A statistical evaluation of cephalometric prediction. Angle Orthodont. 38, 284 (1968)

29. Lande, M. — Growth behavior of the human bony facial profile as revealed by cephalometrie roentgenology. Angle Orthodont. 22, 78 (1952)

30. Lavergne, J. Gasson, N. — A metal implant study of mandibular rotation. Angle Orthodont. 46, 144 (1976)

31. Lücke, T. Witt, E. — Über die Reproduzierbarkeit und Genauigkeit kephalometrischer Bezugspunkte (1975)

32. Lulla, P. Gianelli, A. — The mandibular plane and mandibular rotation. Amer. J. Orthodont. 70, 567 (1976)

33. Maj, G. Luzi, C. Lucchese, P. — Relations between mandibular growth and mandibular features. Trans. Europ. Orthodont. Soc. 303 (1963)

34. Meridith, H. — Recent studies on growth of the body and face. Amer. J. Orthodont. 45, 110 (1959)

35. Mitchell, D. Jordan, J. Ricketts, R. — Arcial growth with metallic implante in mandibular growthprediction. Amer. J. Orthodont. 68, 655 (1975)

36. Moss, M.L. & Salentijn, L. — Differences between the funtional increments in anterior open bite and deep overbite. Amer. J. Orthodont. 60, 264 (1971)

37. Odegaard, J. — Mandibular rotation studied with the aid of metal implants
Amer. J. Orthodont. 57, 448 (1970)

38. Rakosi, Th. — Über die Schädelbasis - bezüglich Rotationen des Unterkiefers
Fortschr. Kieferorthop. 33, 177 (1972)

39. Richardson, A. — An investingation in to the reproducibility of some points planes, and linies used in cephalometric analysis
Amer. J. Orthodont. 52, (1966)

40. Ricketts, R. — Planning treatment on the basis of the facial pattern and an estimate of its growth
Angle Orthodont. 27 (1957)

41. Ricketts, R. — A foundation of cephalometric communication
Amer. J. Orthodont. 46, 330 (1960)

42. Ricketts, R. — Cephalometric synthesis
Amer. J. Orthodont. 46, 647 (1960

43. Ricketts, R. — The value of cephalometries and computerized technology
Angle Orthodont. 42, 179 (1972)

44. Richetts, R.
Bench, R.
Hilgep, J.
Schulhof, R. — An overviev of computerizedcephalometries
Amer. J. Orthodont. 61, 1 (1972)

45. Ricketts, R. — A principle of arcialgrowth of the mandible
Angle Orthodont. 42, 369 (1972)

46. Ricketts, R. — Wachstumsvorhersage (interview) J. of Clinical Orthodont. Nr. 5 Mai 1975

47. Ruhland, A. — Die Variationsbreite von Fernröntgen-Durchzeichnungen Fortschr. Kieferorthop. 30, 67 - 71 (1969)

48. Rutz, A. — Prognose wachstumsbedingter Veränderungen der y-Achse und der facial axis Informat. Orthodont. Kieferorthop. 347 (1976)

49. Sassouni, V. Forrest, E.J. — Orthodontics indental practice The C.V. Mosby Company, St. Louis 145 (1971)

50. Schulhof, R. Bagha, L. — A statistical evaluation of the Ricketts and Johnston growth forecasting methods Amer. J. Orthodont. 67, 258 (1975)

51. Schulhof, R. — Die Computer-Wachstumsvorhersage Eine Hilfe für den Kieferorthopäden Fortschr. Kieferorthop. 39, 363 (1978)

52. Schulhof, R. — Persönliche Mitteilung (1978)

53. Stein, G. — Der Unterkieferwinkel und seine Teilung durch die Verbindung Nasion-Gonion als Hinweis auf die Wachstumsrichtung des Unterkiefers und Gesichtes. Med. Diss. Hamburg (1976)

54. Wasson, J.L. — Evaluation of a method of predicting craniofacial growth that compares cephalometric roentgenograms of children and parents M.S. thesis, University of Tenessee, Memphis (1962)

55. Wenzel, R. Die Bißhebung: Behandlungserfolg unter Beurteilung von Fernröntgenseitenbildern Fortschr. Kieferorthop. 37, 302 (1976)

56. Woodside, D.G. James, G.A. A qualitative evaluation of a growth prediction service Presented before the Midwestern Component of the Edward H. Angle Society in Marco Island, Florida, January 21, 1975

Für die Überlassung des Dissertationsthemas, die Anregungen während der Arbeit sowie für die Übernahme des Referates möchte ich Herrn Prof. Dr. med. dent. E. Witt meinen herzlichen Dank aussprechen.

Für die Übernahme des Korreferates danke ich Herrn Prof. Dr. med. dent. R. Naujoks.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Dipl. Math. E. Hahn für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Daten

Mein besonderer Dank gilt auch meinen Kollegen, Herrn Dr. A. Hess und Herrn Dr. H. Rüther, für ihr Interesse, das sie meiner Arbeit entgegenbrachten.

Lebenslauf

Am 20. November 1950 wurde ich, Ibrahim Köran, als Sohn des Rechtsanwaltes M. Velid Köran und seiner Frau Fatma, geb. Hidirkanli, in Siverek geboren.

Die Volksschule und die Mittelschule besuchte ich von 1957 - 1966 in Siverek. In Ankara besuchte ich das AtatÜrk Gymnasium, an dem ich 1968 - 1969 die Reifeprüfung ablegte.

Von 1969 - 1974 studierte ich an der Hochschule für Zahnheilkunde in Ankara und erhielt am 24.10.1974 mit dem Staatsexamen die Approbation als Zahnarzt.

Von 1975 - 1976 war ich in der konservierenden Abteilung der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Ankara als Assistent tätig.

Seit dem 1. Mai 1977 bin ich als Gaststudent an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg im Fach Zahnmedizin immatrikuliert, um meine Dissertation in der Poliklinik für Kieferorthopädie durchzuführen und mich zum Fachzahnarzt für Kieferorthopädie weiterzubilden.

I. Köran

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80